3 1761 09126938 1

DAS

NÄHRSTOFF-KAPITAL

WEST-DEUTSCHER BÖDEN

MIT 3 ABBILDUNGEN UND 7 TABELLEN

VON

F. WOHLTMANN.

BONN,

VERLAG VON CARL GEORGI, UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKEREI.

1901.

Agric.
Soil
c.1
GERSTEIN

GEDENKSCHRIFT

ZUR

EINWEIHUNG DES NEUEN INSTITUTES

FÜR BODENLEHRE UND PFLANZENBAU

der

Landwirthschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf

im Beginn des Sommer-Semesters 1901.

Zugleich

Bericht Nr. I dieses Institutes.

Vom Geheimrath von der Goltz
in Verehrung
ergebenst überreicht
den
Verfassern.

Am 25. April
1901.

Agric. Soil W

DAS

NÄHRSTOFF-KAPITAL WEST-DEUTSCHER BÖDEN

MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG

IHRER GEOLOGISCHEN NATUR, IHRER KATASTER-BONITÄT

UND

IHRES DÜNGEBEDÜRFNISSES.

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

Von

Dr. F. Wohltmann,

Kaiserlicher Geheimer Regierungs-Rath, Professor der Landwirthschaft,
Dirigent des Versuchsfeldes und Leiter des Institutes für Bodenlehre und Pflanzenbau
der Landwirthschaftlichen Akademie

Bonn-Poppelsdorf.

87726
28/5/08.

Bonn,
Verlag von Carl Georgi, Universitäts-Buchdruckerei.
1901.

Digitized by the Internet Archive
in 2025 with funding from
University of Toronto

https://archive.org/details/31761091269381

Vorwort.

Die Entwicklung der Landwirthschaft in den letzten 40 Jahren hat es mit sich gebracht, dass ihre wissenschaftliche Lehre an Umfang und Tiefe derart zugenommen, dass ein Einzelner kaum mehr das ganze Gebiet akademisch vertreten kann. So ist denn mit zwingender Nothwendigkeit bereits mehrfach eine strenge Arbeitstheilung der Lehren und Forschungen des Pflanzenbaues, der Thierhaltung und des Betriebes eingetreten.

An der landwirthschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf besteht diese Dreitheitheilung schon seit mehreren Jahrzehnten, nur entbehrten die Vertreter des Pflanzenbaues und der Thierhaltung bis jetzt wohl ausgerüsteter wissenschaftlicher Forschungsstätten, in denen die Versuchs-Ergebnisse, welche in Feld und Stall gewonnen, verarbeitet und andere nothwendige Untersuchungen angestellt werden konnten. Das war ein Mangel, unter dem besonders die botanischen, klimatischen und pedologischen Forschungen schwer litten. Gerade diese bedürfen umfangreicher und mannigfaltig gestalteter Räume und Laboratorien, wenn sie nicht Gefahr laufen sollen, dem Fehler der Einseitigkeit zu verfallen.

Mit grosser Freude und aufrichtigstem Danke wurde es daher 1898 begrüsst, als Seine Excellenz der Herr Minister für Landwirthschaft, Domänen und Forsten, Freiherr von Hammerstein-Loxten, den Neubau eines Institutes für „Bodenlehre und Pflanzenbau“ im Anschluss an das Versuchsfeld der Akademie beschloss.

Im April 1899 wurde der Bau in Angriff genommen und im April 1901 bezogen.

Er enthält ausser dem grossen Hörsaal, welcher mit aller Technik der Neuzeit eingerichtet ist und zugleich als Museumsraum dient, folgende Arbeitsräume:

3 chemische Laboratorien (1 grosses, 2 kleine),
1 Wagezimmer,
1 Titrirzimmer,
1 grosses Laboratorium für botanische, mechanische und physikalische Untersuchungen,
1 bakteriologisches Laboratorium,
1 Vorlesungs-Vorbereitungs-Laboratorium;
dazu 1 Destillirraum,
1 Einlieferungsraum,
1 Raum zur analytischen Vorbereitung,
1 photographische Dunkelkammer,
1 grossen Fruchtkeller und verschiedene Lagerräume,
1 Doppelglashaus mit Rollwagen für Vegetations-, Keimungs- und Bewurzelungsversuche.

Also und innerlich in einer Weise ausgerüstet, dass allen wissenschaftlichen Anforderungen Rechnung getragen, dürfte das neue Institut, welches ausschliesslich dem Studium der Ackerbaulehre (Kulturpflanzen, Klima, Boden) gewidmet ist, wohl einzig in seiner Art dastehen und sowohl einen augenscheinlichen Fortschritt der landwirthschaftlichen Forschung und Lehre, wie einen offenkundigen Beweis der Fürsorge des Staates für dieselben darstellen.

Indem ich mich beehre, gerade die vorliegende Arbeit der Einweihung des neuen Institutes zu widmen, habe ich besonders andeuten wollen, welche Fülle von Arbeit der neuen Räume harrt.

Mögen die Forschungen, welche in denselben angestellt werden, und mögen die Lehren, welche hier verbreitet werden, stets vor Einseitigkeit und Engherzigkeit bewahrt bleiben!

Mögen sie der deutschen Landwirthschaft zum Segen gereichen!

F. Wohltmann.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	1—4
I. Die geologische Natur des Bodens	4—5
II. Das Nährstoffkapital und die chemische Analyse	5—12
III. Die Kataster-Bonität und die chemische Bonität	12—13
IV. Die Probe-Entnahme	13—14
Die Tabellen	15
Abbildung der Boden-Profil-Sammlung	16
Erörterung der Analysentabellen	17—22
Die Mittelwerthtabellen	22—23
Zusammenstellung der Stoffeinheiten der Profile	24—26
Das Stoffkapital in den Böden der verschiedenen Formationen	27—32
Sind Kataster-Bonität und chemische Bonität kongruent?	33
Die Remagener Katasterstudie	33—38
Böden der Magdeburger Börde	39—40
Die Efferener Katasterstudie	41—48
Wie stellt sich bei den geologischen Formationen die Kataster-Bonität zur chemischen Bonität?	49
Weisen die einzelnen Formationen verschiedene Eigenartigkeiten in der Katasterbonität auf?	49
Deutschlands Böden, geologisch in % der Gesammtfläche	50
Schluss:	51—56
Die Bedeutung der chemischen Boden-Analyse für die Düngerlehre	51
Die Nährstoff-Extreme in der Oberkrume und in den Profilen	52
Kaligehalt der Böden aus Deutsch-Süd-West-Afrika	53
Nährstoff-Skala für Böden der gemässigten Breitenlage	54
Humus-Skala	55
Der Kernpunkt der Bonitirung	56
Anhang:	
Verzeichniss der litterarischen Arbeiten des Verfassers, welche in den letzten $6\frac{1}{2}$ Jahren bis zur Einweihung des neuen Institutes erschienen sind	57—60

Einleitung.

Wenn man sich über einen Boden in Rücksicht auf seine landwirthschaftliche Nutzungsfähigkeit naturwissenschaftlich ein klares Bild machen will, so hat man ihn in seinen verschiedenen Eigenschaften zu erforschen; man hat ferner die äusseren Einwirkungen, denen er von Natur ausgesetzt ist, zu untersuchen. Zu dem Zweck gilt es festzustellen:

1. *Welcher Art ist die geologische Natur des Bodens?*

   d. h. Abstammung,
   Alter und Verwitterungsstufe,
   Schichtung,
   Untergrund,
   orographische Gestaltung?

2. *Welcher Art ist die mineralogische Natur des Bodens?*

   d. h. welche Mineralien wiegen vor im Bodenskelett,
   welche Stoffe in den abschlämmbaren Theilen?

3. *Welcher Art ist die mechanische Zusammensetzung des Bodens?*

   d. h. Skelett,
   abschlämmbare Theile,
   Humus,
   specifische Feuchtigkeit?

4. *Welcher Art ist das physikalische Verhalten?*

   d. h. Wasserkapacität,
   Wasserkapillarität,
   Porosität,
   Kohäsion (Bindigkeit),
   Adhäsion (Zähigkeit),
   Erwärmungsvermögen,
   Wärmeleitungsvermögen,
   Gewicht?

5. *Welcher Art ist die chemische Zusammensetzung und das Nährstoffkapital des Bodens?*

d. h. absolute Menge der Nährstoffe,
assimilationsfähige Nährstoffe,
Pflanzengifte?

6. *Welcher Art ist die Absorptionsfähigkeit des Bodens in Rücksicht auf Salze und Gase?*

d. h. die chemische,
„ physikalische,
„ bakteriologische?

7. *In welcher Art und Menge sind die Bakterien vorhanden?*

d. h. die Gährungsorganismen,
„ Zer- und Umsetzungsorganismen,
„ Ernährungsorganismen?

8. *Welcher Art ist die klimatische Lage des Bodens?*

d. h. Breitenlage,
tellurische,
regionale,
lokale Lage,

(wobei insbesondere die Luft-, Insolations- und Bodenwärme, die Niederschlagsmengen, der Feuchtigkeitsgehalt der Luft und die Durchlüftung in Frage kommen)?

Erst wenn alle diese 8 Fragen eingehend beantwortet sind, kann eine richtige wissenschaftliche Beurtheilung des Bodens vorgenommen werden. Aber in den wenigsten Fällen finden dieselben, wenn es sich um eine Werth- oder Einschätzung des Bodens handelt, sämmtlich die volle Würdigung. Man hält sich in der Regel bei Einschätzungen des Bodens mehr an die wirthschaftlichen Beurtheilungsmomente, als an die natürlichen, und letztere kommen dabei zu kurz. Wo diese aber wirklich herangezogen werden, bedient man sich in den meisten Fällen Schemata, die einer Zeit entstammen, in der die Lehre von den Naturwissenschaften noch ihrer tieferen Ausbildung harrte. Das gilt vor allen von jenen Einschätzungsregulativen, welche im zweiten Drittel des vorigen Jahrhunderts, ja noch bis gegen Ende des letzten Jahrhunderts aufgestellt worden sind, insbesondere auch von den amtlichen preussischen Vorschriften, welche die Verordnung vom 20. Juni 1817 enthält. Darin liegt kein Vorwurf! Erst mit dem Fortschritt der Naturwissenschaften konnte die Beurtheilung und richtige Schätzung der natürlichen Verhältnisse des Bodens eine Vertiefung und Ausbildung erfahren, und sie wird es immer mehr, je mehr wir die Natur erkennen. Wird das nun auch wohl in weiter Zukunft in hohem Grade der Fall sein, so darf man doch andererseits nicht übersehen, dass eine mathematisch genaue wissenschaftliche Werthbemessung des Bodens, die sich ausschliesslich auf Grund seiner natürlichen Verhältnisse ziffermässig aufbaut, nicht

durchführbar ist, mag man auch noch so sinnreiche Systeme dafür bereits aufgestellt haben. Die Gründe dafür sind leicht zu würdigen.

Es ist erstens die Werthigkeit jener 8 Beurtheilungsmomente zu einander nicht richtig abzustufen, sie unter einander gleichzustellen ist vollends unmöglich. Das haben ja auch Werner und Birnbaum in ihren Punktirungssystemen richtig erkannt.

Es ist zweitens unmöglich, innerhalb der einzelnen Beurtheilungsmomente die Unterschiedlichkeiten auf Grund ziffermässiger Unterlage ziffermässig, d. h. in Punkten, zum Ausdruck zu bringen. Dafür sind die Ansprüche, welche unsere Kulturpflanzen an den Boden stellen, doch nicht durchweg gleichmässige. Ein guter Weizenboden ist z. B. ein schlechter Lupinenboden. Wo Mais trotz Kalkmangels noch vorzüglich gedeiht, versagt der Klee. Wo die Erbse trotz Stickstoffmangels ausgezeichnet geräth, versagt die Zuckerrübe, wenn sie nicht mit Stickstoff gedüngt wird.

Geht man also vom Gesichtspunkt der Anforderungen der einzelnen Feldfrüchte aus, so ist der Begriff eines guten und schlechten Bodens stets ein verschiedener, und damit ist die Möglichkeit genommen, auf natürlichen Grundlagen eine einheitliche mathematisch genaue Werthbemessung aufzustellen. Aber auch — das sei nebenbei bemerkt — die wirthschaftlichen Grundlagen, welche dazu dienen können, eine einheitliche Werthbemessung zu gewinnen, sind heute sehr unsicher und schwankend geworden. Ein Boden erster Bonität giebt, wie die Erfahrung gelehrt hat, sehr häufig nicht höhere Rente, als ein solcher dritter und vierter Bonität; denn jene Früchte, die besonders gut auf Boden erster Bonität gedeihen, sind heute sehr im Preise gesunken, während andere, die die unteren und mittleren Bodenbonitäten bevorzugen, gegen früher sehr im Preise gestiegen sind, und obendrein weniger Arbeit erfordern, die zur Zeit ungewöhnlich theuer ist.

Da es also unmöglich ist, ziffermässige Grundlagen für alle natürlichen Momente der Schätzung zu gewinnen, müssen wir uns damit begnügen, eine ungefähr natürliche Werthigkeit, d. h. eine ungefähre oder relative Bonität zu construiren. Dieses Ziel ist in der That zu erreichen, wenn Erfahrung und Wissenschaft Hand in Hand arbeiten. Und das Ergebniss einer solchen Arbeit ist meines Erachtens brauchbar für unsere wirthschaftlichen Anforderungen. Liegt die Sache aber nun einmal so, dann dürfte man die Frage stellen, ob nicht einige Momente der natürlichen Verhältnisse werthvoller sind, als andere und gewähren die einen oder anderen Eigenschaften oder Verhältnisse des Bodens nicht Schlüsse auf andere. Das ist in der That der Fall. Ohne Frage steht die klimatische Lage oben an, dann folgt die mechanische Zusammensetzung des Bodens, d. h. sein Gehalt an abschlämmbaren Theilen, Skelett und Humus, und dieser wieder gewährt einen guten Einblick in die physikalischen Eigenschaften, sowie in die Absorptionsfähigkeit des Bodens. Das ist von jeher bekannt und gewürdigt.

Es können jedoch auch noch andere Beziehungen vorliegen, und eine der wichtigsten und der Klärung am meisten bedürftigen Fragen scheint mir die zu sein:

In welchem Verhältniss steht die chemische Zusammensetzung, d. h. das Nährstoffkapital des Bodens zu seiner geologischen Abstammung, und lassen sich aus letzterer praktisch werthvolle Schlüsse zur Beurtheilung des Nährstoffkapitals

ziehen? Ist das der Fall, dann verdient bei Werth- oder Einschätzungen die geologische Abstammung des Bodens, welche in der Benennung nach der Formation bezw. Unterformation zum Ausdruck gelangt, höhere Beachtung denn bisher.

Diese Frage war es vor allem, welche mich zu der vorliegenden Arbeit veranlasst hat, und da ich gelegentlich der Ausstellung der deutschen Landwirthschaftsgesellschaft zu Köln im Jahre 1895 eine grosse Anzahl geologisch verschiedener, ein Meter tiefer Bodenprofile gesammelt hatte, so hatte ich das Material zur Klärung der Frage in der Hand. Eine mehrjährige Unterstützung seitens des Herrn Ministers für Landwirthschaft, Domänen und Forsten, ermöglichte es mir, diese, wie eine Anzahl anderer Bodenarten auf das Sorgfältigste analysiren zu lassen.

Die Analysen wurden bis auf wenige ausgeführt von Herrn Dr. phil. H. Mehring und zwar sämmtlich nach derselben von uns vielfach geprüften Methode, so dass die Resultate ohne weiteres vergleichbar sind, was mir sehr beachtenswerth erscheint.

Gleichzeitig mit der Beantwortung dieser Frage verknüpfte ich die naheliegende: Welche Beziehung oder welchen Einfluss hat das Nährstoffkapital des Bodens, seine chemische Bonität, zu der und auf die Katasterbonität. Wäre z. B. nachzuweisen, dass die Katasterbonitäten sich in gleicher Weise abstufen, wie die Pflanzennährstoffmengen im Boden und diese wieder abhängig sind von dem geologischen Charakter des Bodens, wie er sich aus den Formationen ergiebt, dann würde sich eine Ackerbonitirung in Zukunft sehr viel einfacher gestalten.

Bevor ich nun an die Beantwortung der aufgeworfenen Fragen auf Grund der Analysen-Tabellen gehe, wird es nöthig sein, zunächst:

I. die geologische Natur des Bodens,
II. das Nährstoffkapital und die chemische Analysenmethode,
III. die Katasterbonität und die chemische Bonität, sowie schliesslich
IV. die Art der Profil- und Probe-Entnahme der Böden

zu erklären.

I. Die geologische Natur des Bodens.

Alle Böden führen ihren Ursprung auf die Verwitterung von Gestein oder organischer Substanz zurück. Je nachdem ob sie nach der Verwitterung an Ort und Stelle liegen geblieben oder ob sie durch Wind, Wasser oder Gletscher aufgehoben, verschoben und umgelagert sind, unterscheiden wir sie als primäre und sekundäre. Ihr geologischer Charakter ist nun in erster Linie bestimmt durch die Art des Muttergesteins; d. h. welcher Formation oder Unterformation dieses angehört, das giebt auch die geologische Benennung des Bodens. In wie weit sich nun die Böden der verschiedenen Formationen und Unterformationen von einander unterscheiden, ist zur Zeit wissenschaftlich noch wenig erforscht. Man kann aber annehmen, dass Böden, die sich nicht nur durch einen verschiedenen Ursprung von einander unterscheiden, sondern

welche auch ein ganz verschiedenes Alter aufweisen und somit unter sehr verschiedenen Verhältnissen der ständigen Verwitterung ausgesetzt waren, dieses auch in eigenartiger Weise zur Schau tragen. Vergleicht man z. B. einen Thonboden, der aus Devonschiefer entstanden, mit einem solchen der Liasformation und schliesslich einer thonigen alluvialen Neubildung, so springen die Unterschiedlichkeiten sofort in die Augen. Sie beruhen einmal auf der verschiedenen Art der Muttergesteine, die beim alluvialen Boden obendrein sehr mannigfaltig sein können, alsdann auf der verschiedenen Art der Ablagerung — der alluviale Thonboden z. B. war einem Schlämmprocess unterworfen — und schliesslich auf der verschiedenen Zeitdauer der Verwitterung, welcher die Böden als solche unterlagen. Ob da ein Boden nur 1000 Jahre, oder ob er 100000 Jahre den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt war, das ist nicht ohne Bedeutung für ihn in Rücksicht auf den Aufschluss der Mineralien und die Auswaschung der bei der Verwitterung entstandenen leicht löslichen Salze.

So können also diese 3 Thonböden in ihrer mechanischen Zusammensetzung sehr gleich, vielleicht auch in ihrem physikalischen Verhalten sehr ähnlich sein und sich doch sehr wesentlich unterscheiden und zwar: mineralogisch, chemisch, bakteriologisch und in Bezug auf die Absorptionsfähigkeit.

So wünschenswerth es nun auch gewesen wäre, die vorliegenden Böden der verschiedenen Formationen auf die eben genannten Momente, sowie gleichfalls auf ihre mechanischen und physikalischen Eigenschaften zu untersuchen, so musste doch in der vorliegenden Arbeit wegen fehlender Mittel und Arbeitskräfte hiervon Abstand genommen werden. Ich habe mich daher darauf beschränken müssen, ausschliesslich die Nährstoffmengen der Böden mit ihrem geologischen Charakter zu vergleichen. Das Ergebniss dieses Vergleiches werde ich nach Vorführung der Tabellen besprechen.

II. Das Nährstoffkapital und die chemische Analyse.

Die Gesammtmenge der Pflanzennährstoffe, welche der Boden enthält, ist, wenn auch mit viel Zeit und Kostenaufwand, zu ermitteln, aber die Kenntniss derselben hat keine sehr grosse Bedeutung in Bezug auf den Pflanzenbau. Für diese sind nur jene Nährstoffmengen von Bedeutung, welcher die Pflanze habhaft werden kann. Hierfür hat die Wissenschaft bis jetzt leider noch keinen Gradmesser. Sie vermag leider nicht zu constatiren, welche Menge Pflanzennährstoffe sich zu einer bestimmten Zeit in assimilationsfähigem Zustande befinden. Das wird obendrein je nach der Pflanzenart, welche angebaut wird, und je nach der klimatischen Beeinflussung des Bodens stets variiren. Wollen wir daher die Abhängigkeit des Pflanzenbaues von den Nährstoffmengen im Boden untersuchen, so bleibt nichts andres übrig, als diejenige Menge Pflanzennährstoffe festzustellen, welche im Boden frei werden, wenn man denselben mit einem bestimmten Lösungsmittel behandelt. Damit wird wenigstens ein fester Ausgangspunkt gewonnen. Ob das Lösungsmittel, welches dazu bestimmt wird, ein nach jeder Seite zweckentsprechendes oder durch ein anderes oder durch verschiedene — je nach den Stoffen — zu ersetzen ist, wird die Erfahrung lehren müssen.

Ich halte nun den 48 stündigen Aufschluss des Bodens mit kalter concentrirter

Salzsäure von 1,15 spec. Gewicht zunächst für die beste Methode, das Nährstoffkapital des Bodens zu bestimmen. Diese Methode des Aufschlusses ahmt keineswegs irgend einen bestimmten, sagen wir Verwitterungsprocess der Natur nach, sie gestattet weder die Gesammtmenge der Pflanzennährstoffe kennen zu lernen, noch die Menge der assimilationsfähigen Stoffe, aber sie gewährt einen Einblick in die chemischen Bestandtheile des Bodens in Rücksicht auf die darin enthaltene Pflanzennahrung und auf die Absorptionsfähigkeit desselben.

Der Grund, weshalb ich gerade diesen Bodenaufschluss bevorzuge und anwende, liegt darin, dass diese Methode des Aufschlusses sehr einfach ist und überall in gleicher Weise befolgt werden kann und somit einmal leicht und billig ist und anderseits überall vergleichbare Resultate liefert. Das ist bei der Anwendung einer heissen oder kochenden Säure zum Zweck des Aufschlusses nicht der Fall.

Das Ergebniss des Aufschlusses mit kalter Salzsäure nennne ich das „Nährstoff-Kapital“ des Bodens und schlage vor, diesen Ausdruck dafür allgemein anzuerkennen.

Will man sich nun über den Löslichkeitsgrad des Nährstoffkapitals näher unterrichten, so wendet man zweckmässig schwächere Säuren zum Aufschliessen des Bodens an, von denen insbesondere kohlensäurehaltiges Wasser bevorzugt wird.

Ergiebt andererseits der kalte salzsaure Auszug bei gewissen Nährstoffen unerwartet und auffällig niedrige Werthe, so pflege ich den Boden in Bezug auf diese Stoffe auch im heissen salzsauren Auszug zu prüfen, indem derselbe 1 Stunde lang mit heisser concentrirter Salzsäure auf dem Sandbade gekocht wird. In der Regel handelt es sich dabei nur um den Kaligehalt des Bodens, aber bezüglich dieses ist die zweifache Untersuchung in den meisten Fällen ein dringendes Bedürfniss, um sich richtig über den Boden zu unterrichten. Frühere Untersuchungen, welche ich bereits 1896 mit Herrn Dr. Kratz ausführte[1]), haben gezeigt, dass sich die Löslichkeit der Stoffe im Boden in ungleicher Weise bei den einzelnen Stoffen erhöht, wenn man stärker aufschliesst und zwar nimmt hierbei der Kaligehalt eine besonders eigenartige Stellung ein. Das Ergebniss jener Untersuchungen ergiebt sich kurz aus nebenstehender Tabelle, die sich auf die lufttrockene Feinerde (< 2 mm) des schweren Lehmbodens des Poppelsdorfer Versuchsfeldes bezieht.

Man erkennt aus dieser Tabelle vornehmlich, dass sich das Bild über den Kalk und Phosphorsäure-Gehalt des Bodens verhältnissmässig wenig verschiebt, ob mit kalter oder heisser Salzsäure aufgeschlossen wird, und dass bei diesen beiden Stoffen der Aufschluss mit kalter Salzsäure genügt, um einen Einblick über ihre vorhandenen Mengen zu gewinnen.

Anders verhält es sich dagegen mit dem Kali. Dieses ist in allen thonreichen Böden, ausgenommen im Kaolin, in grösster Menge vorhanden, indessen nicht immer in leichtlöslichem Zustande und daher genügt es meines Erachtens hier nicht, sich nur

---

[1]) Siehe Journal für Landwirthschaft Jahrgang 1896. „Ueber Böden aus Kamerun, Senegambien und Deutsch-Ostafrika und eine verbesserte Methode der Bodenanalyse“, Seite 211—234.

Feinerde des Lehmbodens des Poppelsdorfer Versuchsfeldes:

Ermittelt durch:	Kalten 48 stündigen Auszug	Heissen 1 stündigen Auszug	Heissen 6 stündigen Auszug	Heissen 12 stündigen Auszug
SiO_2 %	Spuren	0,081	0,083	0,118
$Fe_2O_3+Al_2O_3$ „	3,262	4,031	5,736	6,402
CaO „	0,232	0,321	0,401	0,405
MgO „	0,378	0,482	0,544	0,586
P_2O_5 „	0,121	0,135	0,148	0,158
K_2O „	0,156	0,253	0,641	1,112

auf den sicheren kalten Auszug zu beschränken, sondern es ist der heisse Auszug heranzuziehen, um zu erkennen, ob Kali überhaupt in reicher Menge vorhanden. Man wird auf den Analysentabellen erkennen, wie berechtigt diese Auffassung ist, und ich werde bei Besprechung derselben die Gründe darlegen, wesshalb in dem einen Falle der heisse Salzsäure-Auszug einen erheblich höheren Kaligehalt nachweist, als der kalte, in dem anderen Falle dagegen nur einen geringeren Unterschied.

Es erübrigt nunmehr, kurz vorzuführen, in welcher Weise die vorliegenden Untersuchungen vorgenommen sind. Die Methode ist gegen früher, wie sie 1896 im Journal für Landwirthschaft beschrieben, noch verbessert, auch in Bezug auf die Apparate. Die Untersuchung erstreckt sich auf die lufttrockene Feinerde (< 2mm).

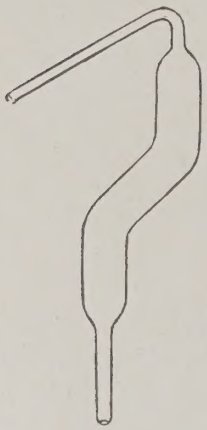
Der Gang der Untersuchung.

Zur *Bestimmung der Feuchtigkeit* der lufttrockenen Feinerde werden 10 g Feinerde mit der Handwage abgewogen, in einen vorher tarirten Porzellantiegel gebracht und auf der feinen Wage ausgewogen — man vermeidet durch das Abwiegen mit der Handwage das lästige Zu- und Abgeben von Substanz auf der feinen Wage —, 12 Stunden bei 110° getrocknet und nach dem Erkalten im Exsiccator gewogen.

Zur *Bestimmung des Glühverlustes* wird der zur Untersuchung der Feuchtigkeit benutzte Tiegel mit der Feinerde im Muffelofen ausgeglüht. Bei kalk- und magnesiareichen Böden wurde früher der erkaltete Glührückstand mit kohlensaurer Ammoniaklösung wiederholt befeuchtet, um die ausgetriebene Kohlensäure zu ersetzen, bei 150° bis zum constanten Gewicht getrocknet und gewogen. In letzter Zeit wird diese Methode nicht mehr befolgt, da sie unzuverlässige Resultate giebt.

Die *Bestimmung des Gesammtstickstoffes* der Feinerde geschieht nach Methode Kjeldahl. 10 g Feinerde werden in einem für Stickstoffbestimmungen gebräuchlichen, langhalsigen Rundkolben mit 25—30 cc concentrirter Schwefelsäure und 12—15 g

Kaliumsulfat versetzt. Bei humusreichen, sowie bei stark eisen- und thonerdehaltigen Böden ist es nöthig, bis zu 50 cc Schwefelsäure zuzusetzen oder nur 5 g Substanz in Anwendung zu bringen. Die so beschickten Kolben werden auf einem Kreusler'schen Digestionsofen so lange erhitzt, bis die überstehende Flüssigkeit farblos geworden ist. Es ist hierbei ein Ueberhitzen der Seitenwände zu vermeiden, da sich das entstandene schwefelsaure Ammonium leicht zersetzt. Der Inhalt des Kolbens wird nach dem Erkalten mit destillirtem Wasser in einen Erlenmeyer-Destillationskolben übergespült. Es wird darauf geachtet, dass man nicht zu viel Flüssigkeit bekommt, da eine übergrosse Menge das Destilliren erschweren würde. Zu dieser Flüssigkeit wird nun ein Indikator, Korallinlösung, gesetzt und so viel Natronlauge zugegeben, bis eine deutliche alkalische Reaktion eintritt, (z. B. bei Anwendung von 25 cc concentrirter Schwefelsäure 120 cc Natronlauge vom spec. Gewicht 1,230). Alsdann wird nach Hinzufügung einer Messerspitze Zinkstaub direct in einem mit 25 cc titrirter Schwefelsäure gefüllten kleinen Erlenmeyer'schen Kolben destillirt und zwar durch einen schwanenhalsförmigen Aufsatz nach Dr. Mehring wie ihn beigefügte Zeichnung darstellt [1]).



Destillations-Aufsatz.

(Man macht am besten vorher eine sogen. blinde Bestimmung, um sich von der Reinheit des destillirten Wassers und der angewandten Chemikalien zu überzeugen.) Es wird anfangs bei voller Flamme destillirt, bis die Flüssigkeit in der Vorlage zum Sieden gelangt ist, wobei eine vollständige Austreibung der sich im destilirten Wasser findenden und der aus dem Destillationskolben überdestillirten Kohlensäure erfolgt; dann wird die Flamme so regulirt, dass die Flüssigkeit im Destillationskolben im Sieden erhalten wird. Die Kolben werden nach dem Erkalten mit Barytlauge titrirt, als Indikator dient Korallinlösung.

Die Bestimmung der Mineralstoffe.

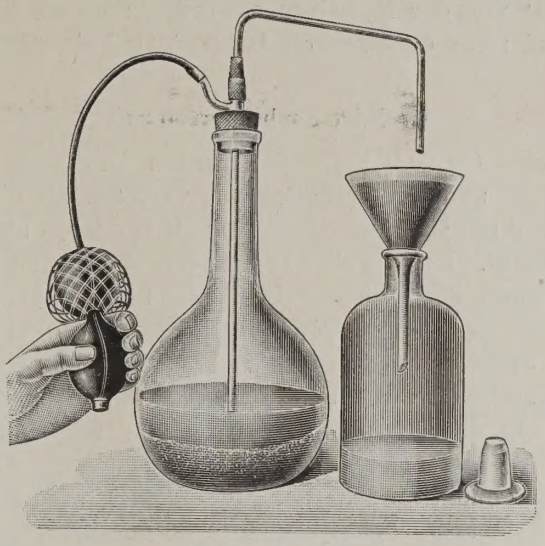
Für den kalten Auszug gelangen 450 g Feinerde zur Untersuchung, welche mit $1^1/_2$ Liter Salzsäure vom spec. Gewicht 1,15 48 Stunden aufgeschlossen werden. Am Tage wird allstündlich (12 mal) umgeschüttelt, des Nachts lässt man absetzen. Die überstehende Flüssigkeit wird nach 48 Stunden abgehebert, ohne den Aufschlusskolben anzurühren, indem durch Luftdruck vermittelst eines Gummiballs die obenstehende Flüssigkeit durch eine Glasröhre ausgetrieben wird, wie nebenstehende Zeichnung darthut.

Die abgeheberte Flüssigkeit läuft über ein gehärtetes Filter Nro. 575 von Carl Schleicher & Schüll, Düren (Rheinland), in eine Literflasche mit eingeschliffenem Stopfen.

Für den heissen Auszug werden 10 gr Feinerde mit 50 cc derselben Salzsäure auf dem Sandbade 1 Stunde lang gekocht; nach dem Erkalten wird die überstehende Flüssigkeit durch ein gehärtetes Filter (wie oben) filtrirt.

---

[1]) Fresenius' Ztschr. für analyt. Chemie 1900. 39. S. 162. D. R. G.-M. 128571.



Abheber-Vorrichtung.

Das Filtrat des kalten Auszuges wird untersucht auf:

1. Kieselsäure,
2. Phosphorsäure,
3. Eisenoxyd + Thonerde,
4. Eisenoxyd,
5. Thonerde,
6. Kalk,
7. Magnesia,
8. Kali.

1. Kieselsäure.

In einer glasirten Porzellanschale werden 500 cc (= 150 g Feinerde) des salzsauren Auszuges bis zur Syrupconsistenz eingedampft, alsdann mit 50 cc Salpetersäure vom spec. Gewicht 1,15 übergossen (zwecks Zerstörung der organischen Substanzen und Oxydation des Eisenoxyduls), bis zur Trockne eingedampft, nochmals mit Salpetersäure befeuchtet und wiederum bis zur Trockne eingedampft; zur Verjagung der Salpetersäure wird darauf mit Salzsäure wiederholt angefeuchtet und eingedampft und schliesslich im Trockenschrank bei 100—120° eingetrocknet. Alsdann wird der Rückstand mit heisser verdünnter Salzsäure aufgenommen und von dieser Flüssigkeit die unlöslich gewordene Kieselsäure abfiltrirt. Das Filtrat wird in einem 500 cc Kolben aufgefangen und nach dem Erkalten bis zur Marke aufgefüllt. — Der Niederschlag auf dem Filter wird geglüht und als SiO_2 gewogen.

Bei stark eisen- und thonhaltigen Böden bildet sich beim Eindampfen leicht neben der Kieselsäure ein Rückstand, der fast unlöslich ist. Um dieses zu vermeiden

wird daher in solchen Fällen beim Eindampfen etwa 10 g reines Chlornatrium zugesetzt, welches eine saubere Abscheidung der Kieselsäure ermöglicht.

Von dem Filtrat von der Kieselsäure werden aliquote Theile zur weiteren Bestimmung verwandt und zwar entsprechen 100 cc 30 g Feinerde.

2. Phosphorsäure.

100 cc des Filtrats (= 30 g Feinerde) werden in einem Becherglas mit Ammoniakflüssigkeit neutralisirt und mit Salpetersäure versetzt, bis die Lösung klar ist, und sodann die Phosphorsäure mit Molybdänlösung (nach König) als gelbes phosphorsaures Ammonium-Molybdat gefällt. Hierfür sind 12 Stunden nöthig und obendrein ist es zweckmässig, dass die Flüssigkeit bis zu 60° Celsius aber nicht höher angewärmt wird. (Bei stärkerem Erwärmen scheidet sich Molybdänsäure aus). Nunmehr wird der gelbe Niederschlag mit verdünnter Salpetersäure ausgewaschen. Danach wird der Niederschlag mit verdünnter Ammoniakflüssigkeit auf dem Filter gelöst und durch das Filter in ein Becherglas hineingewaschen. In diesem Filtrate wird sodann mit Magnesiamixtur unter fortwährendem Umrühren die Phosphorsäure als phosphorsaure Ammoniakmagnesia ausgefällt. Dazu bedarf es einer Stunde. Der Niederschlag wird abfiltrirt, getrocknet, vor dem Gebläse geglüht und als pyrophosphorsaure Magnesia gewogen.

3. Eisenoxyd + Thonerde.

10 cc des Filtrats von der Kieselsäure (= 3 g Feinerde) werden mit Wasser verdünnt und bei Wasserbadtemperatur mit überschüssigem Ammoniak versetzt. Der Niederschlag wird mit heissem Wasser ausgewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen. Da er jedoch die mit ausgefällte Phosphorsäure enthält, so ist von dem Gewicht die Phosphorsäure abzurechnen.

4. Eisenoxyd.

10 cc des Filtrats von der Kieselsäure (= 3 g Feinerde), in welchem das Eisen in Form von Eisenchlorid vorhanden, werden mit Wasser verdünnt und mit 10 cc Jodkaliumlösung (nach König) versetzt, wodurch die Flüssigkeit tiefdunkelbraun gefärbt wird. Man lässt nun aus der Bürette Natriumthiosulfatlösung von bekanntem Gehalt zufliessen, bis Entfärbung eintritt, das ist, wenn alles freie Jod in Jodnatrium übergeführt ist, was man durch Zusatz löslicher Stärke genauer zu erkennen vermag. Aus der Menge der angewandten Natriumthiosulfatlösung wird der Gehalt an Eisenoxyd berechnet (vergl. Spieker: Maassanalyse, Bonn 1896, Seite 39).

5. Thonerde.

Die Thonerde wird durch Subtraktion der gefundenen Mengen Eisenoxyd von der gefundenen Menge Eisenoxyd + Thonerde berechnet.

6. Kalk.

50 cc des Filtrats (= 15 g Feinerde) werden in ein Becherglas gebracht und mit 25 cc concentrirter Schwefelsäure unter Umrühren vermischt. Nach dem Erkalten werden 150 cc 95 %tiger Alkohol zugesetzt, umgerührt und sodann wird die Flüssigkeit 24 Stunden bei Seite gestellt, bis der Kalk sich als Sulfat abgeschieden hat.

Ist jedoch die Gefahr sehr gross, dabei Alaunkrystalle zu erhalten, was besonders bei stark thonerdehaltigen Böden der Fall ist, dann wird der Kalk als Calciumoxalat aus dem ammoniakalischen Filtrate von Eisen- und Thonerde-Niederschlag (der auch die Phosphorsäure enthält) ausgefällt und nach dem Glühen als Aetzkalk gewogen.

Diese letztere Methode ist diejenige, welche in den letzten Jahren ausschliesslich befolgt wurde, wobei in neuester Zeit der Aetzkalk in schwefelsauren Kalk verwandelt und als solcher gewogen wurde (der grösseren analytischen Sicherheit wegen).

Um die Schwierigkeit des Auswaschens des Eisen- und Thonerde-Niederschlages zu vermindern, wird ein Heissfilter benutzt.

Man kann auch aus dem Filtrate von phosphormolybdänsaurem Ammon Eisen und Thonerde mit Ammoniak ausfällen und in gleicher Weise wie oben den Kalk in dem Filtrate des Niederschlages als Calciumoxalat abscheiden und als Oxyd oder Sulfat bestimmen. Vergleichende Analysen haben ergeben, dass die Resultate der beiden letzten Methoden nur unwesentliche Differenzen aufweisen.

7. Magnesia.

Die Fällung der Magnesia geschieht entweder aus dem ammoniakalischen Filtrate von Calciumoxalat, indem auf Zusatz von Natriumphosphat Magnesium-Ammoniumphosphat ausfällt, oder in gleicher Weise aus dem Filtrate der Kalkbestimmung als Calciumsulfat in alkoholischer, salzsaurer Lösung. In letzterem Falle wird der Alkohol verjagt und Eisen, Thonerde und Phosphorsäure mittels Ammoniak gefällt und sodann das Magnesium-Ammonium-Phosphat ausgefällt. Der Niederschlag wird weiter behandelt wie der gleiche Niederschlag bei der Bestimmung der Phosphorsäure.

8. Kali.

100 cc eines chlornatriumfreien*) Filtrats von der Kieselsäure-Bestimmung werden in einen Maasskolben von 200 cc gebracht, mit 5 cc Chlorbaryumlösung (nach König) versetzt und zum Sieden erhitzt. Nach dem Erkalten prüft man durch Zusatz einiger Tropfen Chlorbaryumlösung, ob die Schwefelsäure-Fällung vollständig war, und wiederholt, wenn nöthig, das Verfahren der Fällung. Nunmehr setzt man Ammoniakflüssigkeit zu bis zur alkalischen Reaktion und fällt sodann sämmtliche Basen mit Ausnahme der Alkalien mit kohlensaurem Ammon. Nun erwärmt man längere Zeit, füllt nach dem Erkalten bis zur Marke auf, schüttelt gut durch und filtrirt 100 cc davon ab. Diese 100 cc werden in einer Platinschale auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft, der Rückstand im Trockenschranke gut aufgetrocknet und schwach geglüht, wodurch die Ammoniaksalze

*) Siehe Seite 10, obersten Absatz!

verjagt werden. Dann wird mit Ammoniumoxalatlösung (nach K ö n i g) angefeuchtet, getrocknet und wieder geglüht, worauf der Rückstand mit heissem Wasser durch ein Filter in eine Porzellanschale gespült und nach dem Ansäuren mit einigen Tropfen concentrirter Salzsäure mit 5 cc einer 10 %tigen Platinchloridlösung versetzt wird.

Das Gemisch wird zur Syrupconsistenz eingedampft und nach dem Erkalten mit etwa 100 cc 80 %tigem Alkohol übergossen und einige Stunden sich überlassen, wobei Natriumplatinchlorid in Lösung geht, Kaliumplatinchlorid als Rückstand verbleibt.

Ist das Verdampfen zur Trockne vorgeschritten, so empfiehlt es sich, mit einigen Tropfen Wasser anzufeuchten, weil Natriumplatinchlorid von 80 %tigem Alkohol nicht immer vollständig gelöst wird. Die alkoholische Lösung wird durch ein Filter abgegossen und das auf dem Filter verbliebene Kaliumplatinchlorid, nachdem es sorgsam mit 95 %tigem Alkohol ausgewaschen ist, mit heissem Wasser durch das Filter in eine tarirte Glasschale gewaschen, auf dem Wasserbade zur Trockne gedampft, im Trockenschranke ausgetrocknet und gewogen.

Die Bestimmung des im heissen Salzsäure-Auszug ausgezogenen Kalis geschieht in gleicher Weise.

III. Die Kataster-Bonität und die chemische Bonität.

Vor oder nach der Entnahme der Bodenprofile wurde auf dem Katasteramte die Bonitätsklasse des Bodens ermittelt, sowie die Höhe des Grundsteuer-Reinertrages. Nur bei 2 Wald-Böden konnten dieselben nicht zur Kenntniss gebracht werden.

Schwieriger war die Ermittelung der chemischen Bonität. Unter derselben verstehe ich die Werthigkeit des Bodens in Rücksicht auf sein Nährstoffkapital. Um dieselbe mit der Kataster-Bonität vergleichen zu können, habe ich gleichfalls die 8 Klassen-Eintheilung angewandt und bin davon ausgegangen, dass ein guter Mittelboden nach den bisherigen Erfahrungen etwa:

0,1 % Stickstoff,
0,1 „ Phosphorsäure,
0,1 „ Kali,
0,5 „ Kalk + Magnesia,
} löslich in kalter Salzsäure,

aufweist. Ich habe also einem Boden, welcher genannte Zusammensetzung besitzt, die chemische Bonität 3 zuerkannt, enthielt er mehr Phosphorsäure etc., eine höhere chemische Bonität, enthielt er geringere Nährstoffmengen, eine geringere. Dabei habe ich besonders den Gehalt an Phosphorsäure berücksichtigt und bezüglich des Kaligehaltes auch den heissen salzsauren Auszug mit in Betracht gezogen.

Die Einschätzung der chemischen Bonität bot mir insofern besondere Schwierigkeiten, als die verschiedenen Schichten des Bodens einen verschiedenen Nährstoffgehalt aufweisen und wir zur Zeit noch nicht sicher wissen, in welcher Weise auch die tieferen Schichten an der Ernährung der Kulturpflanzen betheiligt sind, wenn die oberen eine nur knappe Nahrung bieten. Unrichtig erschien es mir, die oberste 25—30 cm tiefe Schicht allein zur Einschätzung der chemischen Bonität heranzuziehen, da die Pflanze nicht ausschliesslich auf diese angewiesen ist. Ebenso erschien es mir heikel, ausschliesslich den Mittelwerth aller Schichten der Einschätzung zu Grunde zu legen.

Die Schwierigkeiten der chemischen Bonitirung wurden schliesslich noch dadurch vermehrt, dass es unter Umständen schier unmöglich war, sicher einzuschätzen, wenn z. B. ein grosser Mangel an Phosphorsäure oder Kali vorlag, und daneben Kalk oder Magnesia oder Stickstoff sehr reichlich vorhanden waren. Da von einer gegenseitigen Ergänzung der Stoffe natürlich nicht die Rede sein kann, so war hier weniger der Reichthum als der Mangel an Nährstoffen das Ausschlaggebende.

Es wird daher bei einigen Böden meine Einschätzung auf Einwendungen stossen können. Dieselben bleiben jedoch praktisch belanglos, weil der Vergleich der Kataster- und chemischen Bonitäten auf allen Tabellen beim ersten Blick lehrt, dass die Klassen-Ziffern nicht nur selten kongruent sind, sondern dass vielmehr sehr häufig die grössten Differenzen vorliegen, welche darthun, dass Kataster- und chemische Bonität sehr verschiedene Dinge sind.

IV. Die Probe-Entnahme.

Als die Sammlung der Bodenprofile 1895 angelegt wurde, lag ursprünglich nicht die bestimmte Absicht vor, alle Böden zu analysiren. Aber auch wenn dieses der Fall gewesen, würde ich schwerlich in der Lage gewesen sein, von einer jeden Formation eine grössere Anzahl von Proben zu entnehmen, sie sorgfältig zu mischen und diese Mischung der Untersuchung zu unterziehen, da eine derartige Methode der chemischen Bodenuntersuchung mehr Zeit und Geld gekostet haben würde, als mir zur Verfügung stand.

Die untersuchten Bodenproben stellen daher nur je ein ein Meter tiefes Profil dar und zwar des für die Formation typischen Bodens, so typisch und rein wie er überhaupt nur zu beschaffen war. Die Probenahme der Bodenprofile erfolgte dabei nach einer Vorschrift, welche bei meinen zahlreichen Boden-Untersuchungen stets befolgt wird. Die Bodenprobe wird dabei in der Weise entnommen, dass zunächst ein etwa $1^2/_3$ m langes, 50 cm breites und 1 m tiefes Loch ausgeworfen wird, welches an der einen Giebelseite eine glatte, senkrechte Wandung erhält. Aus dieser wird mit einer kleinen Pflanzenschaufel senkrecht das Erdprofil herausgeschnitten, derart, dass man von oben nach unten genau eine vierkantige Erdsäule mit Horizontalstichen (etwa 15 bis 20 cm tief und 20 cm breit) heraushebt. Diese Erdsäule wird je nach den Schichtungen bezw. in Absätzen von 25 cm auf Säcke geworfen; die einzelnen Schichten werden je für sich tüchtig gemengt und etwa 15 Pfd. jeder Schicht zur Untersuchung in einem sauberen und mit a (b, c, d u. s. w.) gekennzeichneten Säckchen dem Laboratorium eingeliefert. Bei der Entnahme der Bodenprobe ist ein beigefügtes Formular auszufüllen welches folgenden Inhalt hat:

Boden-Probe Nro.....

Zu entnehmen ist:

1. ein 1 Meter tiefes Profil in 4 Portionen, zu je 25 cm Tiefe, wenn der Boden tiefgründig und gleichmässig,

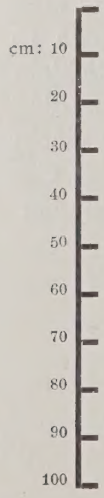
also: a. 0—25 cm = 1. Portion, ca. 15 Pfund
b. 25—50 „ = 2. „ desgl.
c. 50—75 „ = 3. „ desgl.
d. 75—100 „ = 4. „ desgl.

Ist der Boden jedoch von ungleichmässiger, geschichteter oder flacher Lagerung, dann ist die Probe den Lagerungsverhältnissen entsprechend aufzunehmen, so dass mindestens 4 Portionen zu je 15 Pfund entstehen und als Grenzen der einzelnen Portionen die Lagerungs- bezw. Schichtungsverhältnisse des Bodens dienen.

2. in Verwitterung begriffenes Gestein (ca. 3 Pfund schwer)
3. unverwittertes Gestein (Handstück) (ca. 1—3 Pfund schwer) } wo vorhanden.

Die Proben sind stets auf das Sorgfältigste
zu trocknen!
„ kennzeichnen! und
„ verpacken!

1. Welche Feldmark und Kreis?
2. Name des Ackerstücks?
3. Name des Besitzers?
4. Wo auf der geologischen Karte und wie dort bezeichnet?
5. Lage, hängig oder horizontal?
6. Ob Weideland, Ackerland, Weinland etc., Holzland?
7. Wie tief ist die Pflugfurche?
8. Wie tief steht loser Boden?
9. In welcher Tiefe beginnen die Gesteintrümmer
10. In welcher Tiefe beginnt festes Gestein?
11. Wie gestaltet sich das Profil? (durch Zeichnung anzugeben und Lagerung zu beschreiben)



12. Welches ist die Hauptfrucht? (Weizen, Wein, Buche, Föhre etc.)
13. Wie hoch sind in normalen Jahren die Erträge?

bei Weizen
„ Kartoffeln
„ Rüben
„ Gerste
„ Hafer
„ Wein

14. Wie wird der Acker gedüngt?
    a) wie oft und wie viel Stallmist pro ha?
    b) Kompost?
    c) Kunstdünger?
15. Wie hoch ist der Grundwerth?

der Grundsteuer-Reinertrag?

Die Tabellen.

Es mögen nun zunächst die Untersuchungsergebnisse tabellarisch folgen! Die **Analysen-Tabellen** enthalten ausser den Bezeichnungen und chemischen Analysen-Resultaten eine Einschätzung auf chemische Bonität, die Kataster-Bonität, die Angaben über den Grundsteuer-Reinertrag, über die Gestaltung des Bodenprofils und aufklärende Bemerkungen und sind in folgender Reihenfolge zusammengestellt:

A. Böden des Känozoischen I. — 5 Profile. —
(Jüngeres Alluvium, Poppelsdorfer Versuchsfeld.)

A. Böden des Känozoischen II. — 8 Profile. —
(Aelteres Alluvium, Diluvium, Tertiär.)

B. Böden des Mesozoischen. 11 Profile. —
(Kreide, Jura, Trias.)

C. Böden des Paläozoischen. — 7 Profile. —
(Zechstein, Rothliegendes, Carbon, Devon.)

D. Böden von Eruptivgestein. — 2 Profile. —
(Basalt - Lava, Diabas.)

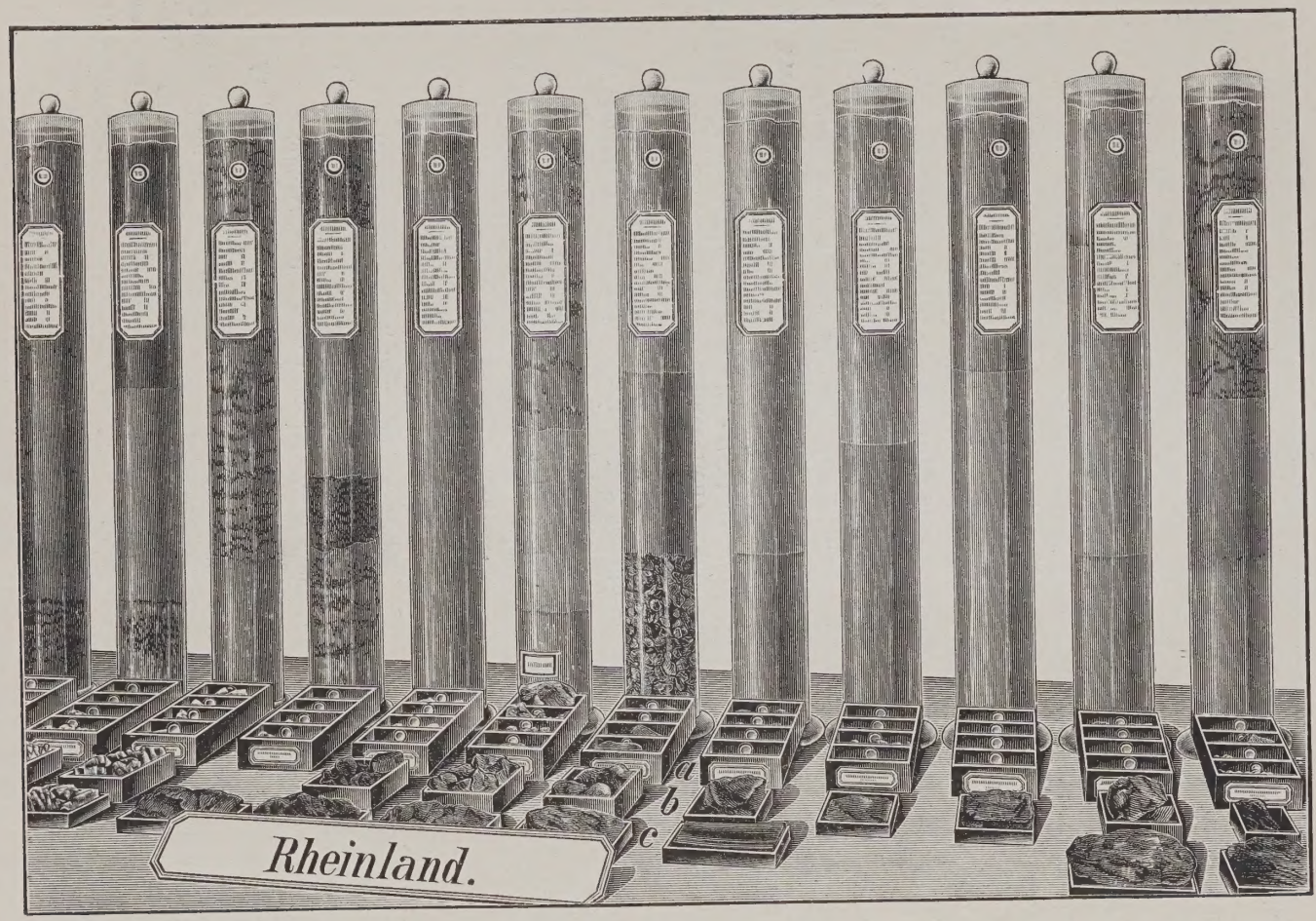
Den ausführlichen Analysentabellen folgen solche, welche den **Stoffgehalt der Oberkrume** mit dem **Mittelwerth aller Schichten,** der durch Rechnung ermittelt ist, vergleichen. Dieser Vergleich weist auf die Schwierigkeit hin, für die Stoffe in den einzelnen Profilen Wertheinheiten zu erhalten, welche den Vergleichen der Bodenprofile untereinander als Grundlagen dienen. Ich komme später hierauf zurück.

Daneben ist auf den Mittelwerth-Tabellen ausser der chemischen und Kataster-Bonität Ertrag und Düngung der Böden verzeichnet, so gut wie beide zu ermitteln waren. Diese Angaben sind leider ziemlich unvollständig, so dass sie kaum zu Schlüssen und Klärungen der Verhältnisse Veranlassung geben. Uebrigens liegt es auf der Hand, dass eine arme oder reiche Nährstoffzufuhr im Laufe weniger Jahrzehnte im Ackerboden analytisch kaum in die Erscheinung treten kann, während die physikalische Wirkung gewisser Düngemittel bereits in kurzer Frist offenkundig vor Augen liegt.

Den Tabellen ist umseitig ein **Bild der Bodenprofil-Sammlung** vorangestellt, welches die Cylinder und ihre Aufstellung veranschaulicht.

Die Cylinder haben eine Höhe von 1,08 m und eine innere Weite von 13 cm. Sie enthalten das 1 m tiefe Bodenprofil einschliesslich der groben Gesteinsstücke. Vor den Profilen stehen 2—3 Kästchen; von ihnen zeigt:

a, der viertheilige, die in den einzelnen Schichten vorliegenden Gesteinsbrocken,
b, der mittlere, ein in Verwitterung begriffenes Gesteinshandstück,
c, der äussere, ein unverwittertes Gesteinshandstück, aus welchem der Boden hervorgegangen.



Die Boden-Profil-Sammlung,

60 westdeutsche und 26 tropische Böden darstellend.

(Erklärung auf Seite 15.)

A. Böden des Känozoischen. I.

Formation:	Jüngeres Alluvium (des Rheinthals).																			
Boden-Art:	Lehmboden.				Lehmboden.				Lehmboden.				Lehmboden.				Lehmboden.			
Ort und Flur-Lage:	Poppelsdorf, Akad. Versuchsfeld, XI.				Poppelsdorf, Akad. Versuchsfeld, XI.				Poppelsdorf, Akad. Versuchsfeld, XI.				Poppelsdorf, Akad. Versuchsfeld, XI.				Poppelsdorf, Akad. Versuchsfeld, XI.			
Kulturart:	Rübenland.				Rübenland.				Rübenland.				Rübenland.				Rübenland.			
Tiefe:	0—25 cm	25—50 cm	50—75 cm	75-100 cm	0—27 cm	27—50 cm	50—75 cm	75-100 cm	0—27 cm	27—50 cm	50—75 cm	75-100 cm	0—27 cm	27—50 cm	50—75 cm	75-100 cm	0—31 cm	31—50 cm	50—75 cm	75-100 cm
Luftrockene Feinerde. Gehalt in %:																				
Feuchtigkeit	1,760	2,659	2,928	4,465	2,583	2,470	3,718	3,186	1,516	1,932	2,715	3,955	1,362	1,803	2,163	3,343	1,430	1,777	2,162	3,146
Glühverlust	2,944	2,651	2,225	2,080	2,631	3,129	3,569	3,383	2,756	3,129	4,370	3,480	2,970	2,961	3,157	3,481	3,148	2,823	2,926	4,032
Stickstoff	0,0914	0,0645	0,0630	0,0615	0,099	0,071	0,062	0,058	0,079	0,071	0,062	0,051	0,082	0,061	0,055	0,048	0,070	0,055	0,049	0,041
Kalter Salzsäure-Auszug:																				
Eisen- und Thonerde	3,111	3,983	5,329	6,592	3,627	5,034	6,380	6,479	3,839	4,706	6,566	8,186	3,206	4,337	4,971	6,734	3,035	3,799	4,649	6,991
davon: Eisenoxyd	—	—	—	—	2,342	3,083	3,333	3,867	2,267	2,960	3,813	4,667	2,000	2,573	2,943	3,867	2,053	2,533	3,067	3,813
„ Thonerde	—	—	—	—	1,285	1,941	3,074	2,612	1,572	1,746	2,753	4,519	1,206	1,764	2,028	2,867	0,982	1,266	1,582	3,178
Kieselsäure	Spur.	0,005	0,007	Spur.	0,003	0,004	0,004	0,004	0,003	0,001	0,002	0,005	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,001	0,001	Spur.
Kalk	0,182	0,236	0,310	0,444	0,147	0,157	0,190	0,200	0,153	0,193	0,213	0,303	0,140	0,153	0,183	0,230	0,140	0,173	0,207	0,297
Magnesia	0,422	0,503	0,679	0,829	0,199	0,281	0,312	0,360	0,175	0,291	0,353	0,444	0,154	0,216	0,243	0,353	0,137	0,207	0,260	0,365
Phosphorsäure	0,105	0,100	0,109	0,102	0,096	0,066	0,064	0,094	0,094	0,077	0,094	0,081	0,094	0,073	0,087	0,073	0,098	0,078	0,108	0,079
Kali	0,081	0,085	0,088	0,081	0,065	0,071	0,087	0,074	0,068	0,074	0,071	0,077	0,052	0,058	0,066	0,107	0,049	0,052	0,071	0,097
Heisser Salzsäure-Auszug:																				
Kali	—	—	—	—	0,175	0,228	0,306	0,354	0,243	0,204	0,327	0,393	0,170	0,232	0,238	0,349	0,175	0,189	0,242	0,319
Bonität nach der chem. Analyse: (1. bis 8. Klasse)	3.				4.				4.				4—5.				4.			
Bonität nach der Katasterrolle: (I.—VIII. Klasse)	I.				I.				I.				I.				I.			
Grundsteuer-Reinertrag pro ha:	117,60 Mark.				117,60 Mark.				117,60 Mark.				117,60 Mark.				117,60 Mark.			
Bemerkungen:	horizontal. Pflugfurche 27 cm tief. Boden in der Tiefe gleichmässig lehmig. (Analysirt nach der älteren Methode, cf. Journal für Landwirthschaft 1896. Seite 211—234.				Die Lage ist horizontal. Die Pflugfurche ist 27—28 cm tief, der Boden sehr gleichmässig geschichtet, in der Tiefe sehr schweren Lehm darstellend. Bei ca. $2^1/_2$ Meter Tiefe finden sich Kalkkonkretionen. (Der Schlag XI dient dem specifischen Düngungsversuch.)													
Profil in cm:	25 = brauner Lehm 25 = nach unten 25 = dichter und 25 = heller werdend. 100				27 = 23 = 25 = 25 = wie zuvor. 100				27 = 23 = 25 = 25 = wie zuvor. 100				27 = 23 = 25 = 25 = wie zuvor. 100				28 = 22 = 25 = 25 = wie zuvor. 100			

Formation:	— Aelteres Alluvium (des Rheinthals). —															— Diluvium. —				— Tertiär. —											
Boden-Art:	Lehmboden.			Lehmboden.				Fluss-Sandboden.				Sandiger Lehmboden.					Löss-Lehmboden.				Braunkohlen-Sandboden.					Meeres-Sandboden.				Thonboden.			
Ort und Flur-Lage:	Horbell, am Privatweg und Gleueler-Strasse.			Horbell, am Marsdorfer Weg.				Kessenich, am Bonner Weg.				Ippendorf, a. d. Bahn.					Endenich, am Hohlwege. No. II.				Kierberg b. Brühl, Kirchenbroich.					Flohnheim, a. d. Schindkaule.				Goldhausen, Tillgenfeld.			
Kulturart:	Rübenland.			Rübenland.				Kartoffelland.				Roggenland.					Gartenland.				Roggenland.					Roggenland.				Roggenland.			
Tiefe:	0—34 cm	34—60 cm	60—100 cm	0—25 cm	25—38 cm	28—70 cm	70—100 cm	0—25 cm	25—45 cm	45—85 cm	85—100 cm	0-16 cm	16-25 cm	25-42 cm	42-60 cm	60-100 cm	0-25 cm	25-40 cm	40-70 cm	70-100 cm	0-20 cm	20-55 cm	35-45 cm	45-70 cm	70-100 cm	0—20 cm	20—55 cm	55—75 cm	75-100 cm	0—18 cm	18—43 cm	43—80 cm	80-100 cm
Lufttrockne Feinerde. Gehalt in %:																																	
Feuchtigkeit	3,515	2,843	1,790	3,271	2,278	3,576	3,722	1,815	1,125	0,242	1,305	1,730	1,251	1,036	2,155	3,500	3,510	3,636	1,782	1,762	2,182	2,174	3,203	2,705	2,516	1,600	2,389	0,270	1,136	2,288	3,881	3,285	3,313
Glühverlust	3,748	2,959	2,156	3,149	2,788	2,894	4,099	2,935	1,540	0,645	1,695	4,585	1,840	1,416	2,490	2,755	3,815	2,525	2,035	1,865	5,831	5,652	8,622	6,183	9,039	2,745	1,730	0,260	1,490	4,890	4,245	2,783	6,050
Stickstoff	0,085	0,063	0,038	0,063	0,044	0,038	0,031	0,111	0,056	0,007	0,047	0,149	0,064	0,051	0,051	0,049	0,055	0,066	0,036	0,026	0,194	0,248	0,337	0,234	0,320	0,077	0,047	0,025	0,040	0,168	0,111	0,047	0,013
Kalter Salzsäure-Auszug:																																	
Eisen und Thonerde	3,177	4,117	3,300	2,900	3,327	4,957	5,857	5,584	6,823	3,496	6,135	2,091	2,096	1,548	4,515	3,989	4,477	4,907	4,926	5,060	3,002	2,895	2,421	1,973	1,890	3,558	2,925	0,782	0,731	4,499	6,557	5,261	1,748
davon: Eisenoxyd	2,319	2,574	2,099	1,716	1,954	2,653	2,931	2,400	2,267	1,293	2,067	1,245	1,386	1,000	2,800	2,547	2,880	3,127	2,334	1,973	2,320	2,027	1,333	0,907	0,813	1,746	2,166	0,623	1,421	2,773	3,573	2,521	1,173
„ Thonerde	0,858	1,543	1,201	1,184	1,373	2,304	2,926	3,184	4,556	2,203	4,068	0,846	0,710	0,548	1,715	1,442	1,597	1,780	2,592	3,097	0,682	0,868	1,088	1,066	1,077	1,812	0,759	0,159	0,310	1,726	2,984	2,740	0,575
Kieselsäure	0,001	0,001	0,001	Spur.	0,001	0,006	0,001	0,013	0,040	0,086	0,047	0,002	0,001	0,001	Spuren		Spuren				0,005	0,007	0,013	0,007	0,002	Spur.	0,001	0,0005	Spur.	0,007	0,001	Spur.	0,007
Kalk	0,233	0,199	0,110	0,171	0,224	0,266	0,313	5,783	2,216	4,375	0,308	0,087	0,037	0,034	0,031	0,113	0,898	1,325	10,522	11,632	0,700	0,087	0,110	0,303	0,477	0,847	0,470	0,040	0,760	0,200	0,193	0,294	0,266
Magnesia	0,163	0,089	0,077	0,059	0,145	0,254	0,280	0,261	0,273	0,210	0,258	0,044	0,032	0,034	0,217	0,079	0,333	0,273	0,318	0,811	0,103	0,068	0,072	0,090	0,062	0,430	0,102	0,028	0,278	0,028	0,126	0,303	0,118
Phosphorsäure	0,090	0,071	0,052	0,053	0,064	0,066	0,083	0,133	0,077	0,037	0,078	0,069	0,024	0,017	0,085	0,028	0,106	0,093	0,074	0,073	0,065	0,072	0,049	0,027	0,023	0,042	0,042	0,018	0,036	0,054	0,056	0,072	0,028
Kali	0,027	0,039	0,019	0,039	0,029	0,023	0,052	0,078	0,047	0,021	0,019	0,037	0,021	0,035	0,047	0,042	0,078	0,074	0,060	0,060	0,061	0,044	0,057	0,052	0,032	0,061	0,036	0,022	0,058	0,092	0,111	0,070	0,023
Heisser Salzsäure-Auszug:																																	
Kali	0,213	0,305	0,228	0,184	0,209	0,306	0,403	0,121	0,081	0,033	0,126	0,142	0,130	0,167	0,132	0,144	0,349	0,353	0,223	0,153	0,072	0,062	0,138	0,182	0,163	0,144	0,128	0,035	0,157	0,225	0,260	0,163	0,062
Ungefähre **Bonität** nach der chem. Analyse: (1—8 Klassen)	5.			5.				3—4.				7.					3—4.				6.					6.				5.			
Bonität nach der Katasterrolle: (I—VIII Klassen)	II.			II.				III.				VIII.					IV.				VII.					IV.				III.			
Grundsteuer-Reinertrag pro ha:	105,80 Mark.			105,80 Mark.				88,08 Mark.				13,50 Mark.					64,68 Mark.				16,44 Mark.					26,40 Mark.				48,00 Mark.			
Bemerkungen:	horizontal. Pflugfurche ist 34 cm tief. Obenauf steht milder Lehm, der unterhalb 34 cm fest wird. Bei 60 cm Tiefe beginnt durch Eisenoxydhydrat ziemlich stark verkitteter Kies. (Der Boden ist entschieden zu hoch eingeschätzt).			horizontal. Pflugfurche ist 36 cm tief. Der Boden stellt im ganzen Profil gleichmässigen Lehm dar.				horizontal. Obenauf Lehmdecke, der Flusssand beginnt bei 45 cm Tiefe; siehe Stickstoff und Phosphorsäure! Bei 75 cm Tiefe beginnt der Kies. Pflugfurche 20 cm tief.				horizontal. Bei 42 cm Tiefe beginnt Raseneisensteinbildung; siehe auch Phosphorsäure! Pflugfurche 16 cm tief; unterhalb 60 cm ist der Boden sehr kiesig.					hängig. Man beachte die starke Kalkzunahme in der Tiefe! Pflugfurche 25 cm tief.				hängig. Die Oberkrume ist lehmiger Beschaffenheit. Pflugfurche 20 cm tief, darunter folgt eine lehmige, dann thonige Schicht, dann 70—100 cm Braunkohlenthon, darunter Braunkohlensand.					horizontal. Der Sand beginnt erst bei 55 cm Tiefe, obenauf Lehm; siehe Eisen und Thonerde! Pflugfurche 20 cm tief.				horizontal. Obgleich Tertiärthon, ist der Boden oben lehmig. Pflugfurche 18 cm tief, bei 80 cm beginnt der reine Thon.			
Profil in cm:	34 = milder Lehm 26 = dichter Lehm 40 = kiesig und durch Eisenoxyd stark verkittet. 100			25 = milder Lehm 13 = } nach unten 32 = } dichter 30 = } werdend. 100				25 = Ackerkrume 20 = schwachbindig 40 = sandig 15 = kiesig. 100				16 = locker, grau 9 = gelblich 17 = schmutzig weiss 18 = Raseneisenstein 40 = sehr kiesig. 100					25 = dunkelbraune Ackerkrume 15 = heller Löss 30 = kalkreicher Löss 30 = kalkhaltiger L. 100				20 = dunkle Krume 15 = lehmig 10 = thonig 25 = } Braunkohlen- 30 = } thon schwarzer Sand. 100					20 = Krume 35 = schwach merglig 20 = Sand 25 = merglig. 100				18 = schwere Krume 25 = thonig 37 = steinig 20 = reiner Thon. 100			

B. Böden des Mesozoischen.

— Kreide. —

Formation:	Kreidemergel.				Grünsand.				Gaultmergel.		Gaultthon.				Wealden.			
Boden-Art:	Lehmboden.				Lehmboden.				Mergelboden.		Thonboden.				Thonboden.			
Ort und Flur-Lage:	**Coesfeld,** Trucktruppskamp.				**Essen,** Salkenberg.				**Ochtrup,** Im Esch.		**Altenbeken,** am Ortwald.				**Röcke,** Eichholz.			
Kulturart:	Roggenland.				Gemüseland.				Ackerland.		Wiesenland.				Weizenland.			
Tiefe:	0—25 cm	25—60 cm	60—80 cm	80-100 cm	0—25 cm	25—50 cm	50—92 cm	92-100 cm	0—25 cm	25—50 cm	0—25 cm	25—45 cm	45—80 cm	80-100 cm	0—25 cm	25—45 cm	45—75 cm	75-100 cm
Lufttrockne Feinerde. Gehalt in %																		
Feuchtigkeit	1,965	5,780	0,543	4,730	2,270	2,245	2,005	4,410	2,369	5,020	1,730	1,680	1,730	1,400	1,775	1,575	3,000	4,090
Glühverlust	2,727	2,710	3,042	1,920	3,715	2,535	2,040	3,410	2,322	4,119	4,775	2,436	2,192	4,060	4,400	2,930	4,600	6,735
Stickstoff	0,086	0,064	0,068	0,051	0,107	0,064	0,021	0,064	0,157	0,042	0,171	0,071	0,030	0,063	0,073	0,039	0,047	0,002
Kalter Salzsäure-Auszug:																		
Eisen und Thonerde	1,282	2,945	3,791	3,618	3,164	3,153	3,019	4,121	3,367	9,800	6,491	6,438	6,551	8,439	4,319	4,181	6,753	6,011
davon: Eisenoxyd	1,261	2,200	2,320	2,160	2,067	2,013	1,973	2,106	1,368	1,586	1,683	2,019	1,877	2,110	2,507	3,041	4,653	4,427
„ Thonerde	0,021	0,745	1,471	1,458	1,097	1,140	1,146	2,015	1,999	8,214	4,808	4,419	4,674	6,329	1,812	1,140	2,100	1,584
Kieselsäure	0,001	0,0004	0,0005	0,0008	Spuren.				0,001	Spur.	Spuren.			0,011	Spuren.			
Kalk	0,683	0,633	8,575	14,291	0,343	0,320	0,247	1,970	2,507	35,600	22,067	5,071	16,887	13,667	3,240	0,120	0,014	0,200
Magnesia	0,042	0,060	0,165	0,162	0,103	0,101	0,111	0,159	0,533	8,610	0,113	0,139	0,137	0,403	0,202	0,153	0,091	0,067
Phosphorsäure	0,018	0,032	0,059	0,065	0,053	0,047	0,048	0,546	0,030	0,017	0,025	0,045	0,015	0,011	0,060	0,036	0,046	0,030
Kali	0,039	0,028	0,036	0,039	0,066	0,048	0,050	0,116	0,103	0,081	0,113	0,093	0,075	0,113	0,031	0,025	0,029	0,024
Heisser Salzsäure-Auszug:																		
Kali	0,157	0,347	0,363	0,115	0,241	0,184	0,206	1,133	0,259	0,267	0,213	0,299	0,334	0,128	0,110	0,139	0,133	0,110
Ungefähre **Bonität** nach der chem. Analyse: (1—8 Klasse)	6.				4.				5.		6.				6.			
Bonität nach der Katasterrolle: (I—VIII)	IV				II.				IV.		VI.				IV.			
Grundsteuer-Reinertrag pro ha:	24,00 Mark.				84,00 Mark.				24,00 Mark.		23,44 Mark.				39,60 Mark.			
Bemerkungen:	hängig. Pflugfurche 20 cm tief. Gesteinstrümmer beginnen bei 60 cm Tiefe.				hängig. Pflugfurche 25 cm tief. Grünsand beginnt rein in 92 cm Tiefe, und führt ausserordentlich hohen Phosphorsäuregehalt 0,546.				horizontal. Pflugfurche 16 cm tief. Bei 55 cm beginnt festes Gestein, schiefriger Mergel.		hängig. Sehr beachtenswerth ist die kalkärmere 2. Schicht.				schwach hängig. Pflugfurche 25 cm tief. Bei 45 cm Tiefe beginnt der Wealdenthon, über welchem Glaciallehm liegt.			
Profil in cm:	25 = schwach humos 35 = Letten 20 = Gesteinstrümmer 20 = do. 100				25 = schwach humos 25 = lehmig 42 = do. 8 = Grünsandmergel. 100				25 = humoser Sand mit nordischem Geschiebe. 25 = gelber Mergel schiefriger Mergel.		25 = Muttererde 20 = Thon 35 = Flammenmergel 20 = Thon. 100				25 = Glaciallehm 20 = do. 30 = Thon 25 = Thon. 100			

— Jura. —

Formation:	Malm.				Dogger.				Lias.			
Boden-Art:	Lehmboden.				Thonboden.				Thonboden.			
Ort und Flur-Lage:	**Neesen,** am Jacobsberg.				**Hausberge,** am Jacobsberg.				**Hellern,** a. d. Ziegelei.			
Kulturart:	Waldland.				Waldland.				Weideland.			
Tiefe:	0—25 cm	25—50 cm	50—70 cm	70-100 cm	0—15 cm	15—50 cm	50—75 cm	75-100 cm	0—32 cm	32—62 cm	62—92 cm	92-100 cm
Lufttrockne Feinerde. Gehalt in %												
Feuchtigkeit	2,817	5,459	3,596	3,036	2,253	4,431	4,560	4,222	2,891	4,532	4,473	4,213
Glühverlust	4,110	5,487	4,322	4,700	6,306	4,065	5,030	5,556	5,223	5,149	4,832	4,757
Stickstoff	0,085	0,081	0,070	0,017	0,104	0,032	0,085	0,044	0,179	0,104	0,104	0,088
Kalter Salzsäure-Auszug:												
Eisen und Thonerde	4,521	9,715	6,354	4,348	4,620	6,426	7,116	6,615	8,703	10,525	9,214	10,071
davon: Eisenoxyd	3,467	5,733	3,867	2,933	4,000	5,520	5,316	5,093	4,310	7,573	6,602	7,016
„ Thonerde	1,054	3,942	2,487	1,415	0,620	0,906	1,800	1,522	1,393	2,952	2,612	3,055
Kieselsäure	Spuren.			0,002	Spuren.				Spuren.			
Kalk	0,183	2,525	15,208	20,642	0,347	0,233	0,625	0,708	0,127	0,267	0,320	0,374
Magnesia	0,144	0,330	0,417	0,375	0,084	0,087	0,129	0,186	0,096	0,307	0,144	0,209
Phosphorsäure	0,021	0,035	0,021	0,027	0,045	0,032	0,059	0,085	0,047	0,192	0,186	0,196
Kali	0,039	0,073	0,077	0,055	0,056	0,056	0,044	0,026	0,039	0,036	0,026	0,031
Heisser Salzsäure-Auszug:												
Kali	0,204	0,460	0,250	0,275	0,126	0,437	0,533	0,543	0,121	0,182	0,159	0,198
Ungefähre **Bonität** nach der chem. Analyse: (1—8 Klasse)	6—7.				6.				5—6.			
Bonität nach der Katasterrolle: (I—VIII)	III.				VII.				VI.			
Grundsteuer-Reinertrag pro ha:	32,20 Mark.				3,52 Mark.				2,74 Mark			
Bemerkungen:	hängig. Gesteinsbrocken beginnen bei ca. 70 cm Tiefe. Bestand ist Eichen und Buchen.				stark hängig. Unter 50 cm beginnt Thonmergel, der eine über 1 m tiefe Schicht bildet. Bestand ist Buchen.				schwach hängig. Unter 92 cm Tiefe beginnen Gesteinsbrocken.			
Profil in cm:	25 = Mutterboden 25 = lehmiger Thonboden 20 = kalkhaltiger Thonboden 30 = Gesteinstrümmer. 100				15 = humusreich. 35 = thoniger Lehmboden 25 = Thonmergel 25 = dasselbe. 100				32 = Mutterboden 30 = dunkler Thon. 30 = do. 8 = zersetzter Mergelschiefer. 100			

— Trias. —

Formation:	Unterer Keuper.			Muschelkalk.				Buntsandstein.				Formation:
Boden-Art:	Thonboden.			Thonboden.				Lehmiger Sandboden.				Boden-Art:
Ort und Flur-Lage:	**Vlotho,** Ebenöde.			**Osnabrück,** Mäcks-Brink.				**Roggendorf,** Dorfgarten.				Ort und Flur-Lage:
Kulturart:	Waldland.			Weizenland.				Roggenland.				Kulturart:
Tiefe:	0—10 cm	10—45 cm	45—75 cm	0—30 cm	30—60 cm	60—80 cm	80-100 cm	0—35 cm	35—60 cm	60—85 cm	85-100 cm	Tiefe:
Lufttrockne Feinerde. Gehalt in %												**Lufttrockne Feinerde.** Gehalt in %
Feuchtigkeit	5,125	2,138	2,763	2,125	3,420	2,920	2,715	1,017	0,700	0,583	0,570	Feuchtigkeit.
Glühverlust	7,329	3,900	3,825	4,050	3,980	3,255	3,100	3,707	1,789	1,344	1,265	Glühverlust.
Stickstoff	0,498	0,036	0,034	0,156	0,113	0,105	0,088	0,076	0,040	0,030	0,030	Stickstoff.
Kalter Salzsäure-Auszug:												**Kalter Salzsäure-Auszug:**
Eisen und Thonerde	2,000	3,514	11,286	5,715	8,881	10,602	10,665	3,163	1,773	2,397	1,617	Eisen und Thonerde.
davon: Eisenoxyd	1,504	3,091	10,452	3,418	5,229	4,815	4,660	2,360	1,773	1,548	1,520	davon: Eisenoxyd.
„ Thonerde	0,496	0,423	0,834	2,297	3,652	5,787	6,005	0,803	0,000	0,849	0,097	„ Thonerde.
Kieselsäure	0,001	Spuren.		Spuren.				0,002	0,001	0,001	Spur.	Kieselsäure.
Kalk	0,027	0,023	0,020	0,280	0,183	11,883	11,233	0,386	0,084	Spur.	Spur.	Kalk.
Magnesia	0,017	0,028	0,038	0,065	0,050	0,120	0,349	0,048	0,025	0,011	0,012	Magnesia.
Phosphorsäure	0,083	0,069	0,181	0,115	0,119	0,118	0,115	0,169	0,103	0,085	0,078	Phosphorsäure.
Kali	0,050	0,032	0,032	0,077	0,085	0,059	0,070	0,047	0,020	0,021	0,039	Kali.
Heisser Salzsäure-Auszug:												**Heisser Salzsäure-Auszug:**
Kali	0,148	0,073	0,080	0,501	0,683	0,760	0,745	0,056	0,090	0,104	0,082	Kali.
Ungefähre **Bonität** nach der chem. Analyse: (1—8 Klasse)	6.			2.				5.				Ungefähre **Bonität** nach der chem. Analyse: (1—8 Klasse)
Bonität nach der Katasterrolle: (I—VIII)	IV.			III.				II.				**Bonität** nach der Katasterrolle: (I—VIII)
Grundsteuer-Reinertrag pro ha:	12,00 Mark.			42,00 Mark.				36,00 Mark.				**Grundsteuer-Reinertrag pro ha:**
Bemerkungen:	hängig. Obenauf 10 cm Humus. Unter 45 cm beginnt lockres Gestein. Bestand ist Eichen, Rothtannen u. Buchen.			schwach hängig. Pflugfurche 16 cm tief. Gesteinsbrocken beginnen bei 60 cm Tiefe.				horizontal. Pflugfurche 35 cm tief. Trümmergestein in allen Schichten. Das Ackerstück liegt unmittelbar am Dorfe.				**Bemerkungen:**
Profil in cm:	10 = Waldhumus 35 = lehmiger Sandboden 30 = schiefriges Gestein Keuperschiefer.			30 = etwas humos 30 = thonig 20 = Gesteinstrümmer 20 = do. 100				35 = etwas humushaltig 25 = etwas Trümmergestein 25 = do. 15 = do. (durchweg sandig). 100				**Profil** in cm:

C. Böden des Paläozoischen.

Formation:	— Zechstein. —				— Rothliegendes. —				— Carbon. —				— Devon. —											
													Schiefer.				Grauwacke.				Quarzit.			
Boden-Art:	Thonboden.				Lehmboden.				Sandboden.				Schiefriger Thonboden.				Lehmboden.				Sandboden.			
Ort und Flur-Lage:	**Obermarsberg,** am Kaninchenberge.				**Kreuznach,** vor St. Martin.				**Ratingen,** am Oberbusch.				**Caub,** Herrenberg.				**Oberlahnstein,** am Oelberg.				**Bingen,** Rochusberg.			
Kulturart:	Weizenland.				Weinland.				Waldland.				Weinland.				Weinland.				Waldland.			
Tiefe:	0—25 cm	25—50 cm	50—75 cm	75-100 cm	0—25 cm	25—50 cm	50—80 cm	80-100 cm	0—15 cm	15—55 cm	55—67 cm	67-100 cm	0—25 cm	25—50 cm	50—75 cm	75-100 cm	0-25 cm	25—46 cm	46—72 cm	72-100 cm	0—25 cm	25—45 cm	45—80 cm	80-100 cm
Lufttrockne Feinerde. Gehalt in %:																								
Feuchtigkeit	2,670	2,952	2,764	2,236	1,631	1,268	1,252	1,540	1,055	0,377	0,833	0,771	1,709	2,380	2,210	1,160	1,955	1,794	1,537	0,755	3,479	2,980	1,050	0,155
Glühverlust	5,377	3,210	4,140	4,297	4,105	2,031	2,070	1,670	5,545	0,140	3,200	1,621	6,528	4,770	5,030	5,310	4,884	4,464	3,526	1,562	9,962	6,820	2,560	0,380
Stickstoff	0,175	0,066	0,173	0,115	0,075	0,050	0,034	0,029	0,134	0,008	0,008	0,018	0,075	0,063	0,047	0,038	0,136	0,098	0,072	0,017	0,297	0,179	0,077	0,024
Kalter Salzsäure-Auszug:																								
Eisen und Thonerde	4,975	4,857	6,217	4,860	3,979	4,047	3,333	4,137	0,650	0,383	13,050	2,550	11,082	11,366	11,443	11,028	6,311	5,928	5,914	4,876	0,633	1,267	0,600	0,167
davon: Eisenoxyd	2,613	2,919	3,560	3,333	2,442	2,524	2,195	3,155	0,547	0,261	12,827	2,462	6,022	5,000	4,829	5,432	4,157	3,967	3,720	2,106	0,569	0,932	0,518	0,129
„ Thonerde	2,362	1,938	2,657	1,527	1,537	1,523	1,138	0,982	0,103	0,122	0,223	0,088	5,060	6,366	6,614	5,596	2,154	1,961	2,194	2,770	0,064	0,335	0,082	0,038
Kieselsäure	0,003	0,002	0,001	0,001	Spuren.				0,002	0,001	Spuren.		Spuren.				Spuren.				Spuren.			
Kalk	4,403	1,025	5,025	6,835	2,600	0,840	1,453	1,880	0,087	0,013	0,010	0,017	0,297	0,427	0,477	0,423	1,630	2,083	3,337	10,733	Spur.	0,043	0,033	0,037
Magnesia	0,216	0,270	0,537	0,282	0,370	0,211	0,195	0,190	0,019	0,031	Spur.	0,014	0,659	0,749	0,648	0,611	0,144	0,193	0,441	1,209	0,019	0,031	0,019	0,034
Phosphorsäure	0,058	0,047	0,050	0,040	0,171	0,136	0,117	0,136	0,034	0,032	0,166	0,014	0,235	0,284	0,290	0,305	0,192	0,175	0,146	0,084	0,028	0,026	0,015	0,006
Kali	0,135	0,106	0,119	0,052	0,144	0,081	0,071	0,061	0,026	0,026	0,019	0,019	0,188	0,171	0,162	0,178	0,123	0,092	0,118	0,091	0,040	0,044	0,040	0,033
Heisser Salzsäure-Auszug:																								
Kali	0,343	0,227	0,231	0,089	0,466	0,354	0,315	0,650	0,092	0,097	0,056	0,078	0,332	0,389	0,345	0,366	0,293	0,292	0,235	0,112	0,150	0,150	0,213	0,093
Ungefähre **Bonität** nach der chem. Analyse: (1—8 Klassen)	4.				2.				7—8.				2.				2.				8.			
Bonität nach der Katasterrolle: (I—VIII Klassen)	III.				II.				VI.				III.				V.				?			
Grundsteuer-Reinertrag pro ha:	54,24 Mark.				187,86 Mark.				9,42 Mark.				300,00 Mark.				42,00 Mark.				?			
Bemerkungen:	hängig. Pflugfurche 20 cm tief. Gesteinsbrocken durchsetzen das ganze Profil.				hängig. Pflugfurche 25 cm tief, darunter folgt verwittertes Gestein und bei 80 cm festes.				hügelig. Beachtenswerth ist die 3. Schicht eisenschüssigen Kieses mit dem hohen Phosphorsäure-Gehalt. Bestand ist Eichen und Buchen.				hängig. Unter dem Mutterboden von 25 cm folgt gleichmässig verwitterndes Gestein.				hängig. Pflugfurche 25 cm tief, bereits steinig, die unterste Schicht ist sehr sandig.				hängig. Bestand ist Laubwald.			
Profil in cm:	25 = dunkelgelb mit mit Gesteinsbrocken 25 = gelb und do. 25 = hell und do. 25 = hell und do. 100				25 = lockere Krume 25 = verwitterndes Gestein 30 = do. 20 = festes Gestein. 100				15 = Humus 40 = loser Sand 12 = eisenschüssiger Kies 33 = thoniger Kies. 100				25 = Mutterboden 25 = verwitterndes Gestein 25 = do. 25 = do. 100				25 = steinig 21 = lehmig 26 = „ 28 = kalkreicher Sand. 100				25 = humusreich mit mit Gesteinsbrocken 20 = etwas heller 35 = dunkelgrau 20 = Sand mit weissen Gesteinstrümmern. 100			

Formation:	— Devon. —								— Basalt-Lava. —				— Diabas. —			
	Glimmer-Sericit.															
Boden-Art:	Trümmerboden.								Thonboden.				Thonboden.			
Ort und Flur-Lage:	**Eppstein,** auf dem Staufen.								**Rolandswerth** Flur I Nro. 75 auf dem Lehmacker I. zur Zeit Weideland.				**Kalterhaus** bei Ehrenbreitstein, Villa Fivet. Baumgarten.			
Kulturart:	Waldland.															
Tiefe:	1—20 cm	20—55 cm							0—30 cm	30—55 cm	55—80 cm	80-100 cm	0—20 cm	20—43 cm	43—60 cm	60-100 cm
Lufttrockne Feinerde. Gehalt in %:																
Feuchtigkeit	3,795	2,648							7,800	6,380	5,500	5,920	3,068	2,761	2,205	2,761
Glühverlust	9,705	4,965							7,975	4,315	3,460	3,135	8,158	5,500	4,467	4,582
Stickstoff	0,337	0,152							0,204	0,073	0,040	0,028	0,226	0,128	0,089	0,068
Kalter Salzsäure-Auszug:																
Eisen und Thonerde	6,508	7,791							14,026	16,300	17,389	16,921	7,291	7,720	5,420	6,410
davon: Eisenoxyd	3,883	4,505							7,307	7,307	7,520	7,307	4,133	5,013	3,813	5,013
„ Thonerde	2,625	3,286							6,719	8,993	9,869	9,614	3,158	2,707	1,607	1,397
Kieselsäure	Spuren.								0,150	0,283	0,147	0,153	Spur.	Spur.	0,002	Spur.
Kalk	0,293	0,260							0,753	1,567	2,400	1,885	1,849	0,906	0,753	0,647
Magnesia	0,072	0,115							0,176	0,273	0,141	0,396	0,574	0,459	0,224	0,251
Phosphorsäure	0,092	0,109							0,041	0,160	0,219	0,221	0,209	0,147	0,097	0,073
Kali	0,129	0,096							0,179	0,341	0,683	0,497	0,212	0,167	0,100	0,098
Heisser Salzsäure-Auszug:																
Kali	0,341	0,303							0,241	0,559	1,024	0,582	0,367	0,326	0,194	0,177
Ungefähre **Bonität** nach der chem. Analyse: (1. bis 8. Klasse)	3.								3.				2.			
Bonität nach der Katasterrolle: (I—VIII)	?								VIII.				III.			
Grundsteuer-Reinertrag pro ha:	?								7,05 Mark.				60,00 Mark. (?)			
Bemerkungen:	hängig. Bestand ist Buchen u. Eichen.								horizontal. Lavabrocken durchsetzen das ganze Profil. Die Muttererde steht 30 cm tief.				hängig.			
Profil in cm:	20 = locker mit kleinen Steinen 35 = mit Gesteinstrümmern festes Gestein. 100								30 = Krume 25 = Lavaasche 25 = „ 20 = „ 100				20 = Mutterboden 23 = verwitternde Gesteinsbrocken 17 = „ 40 = „ 100			

D. Böden von Eruptiv-Gestein.

Stoffgehalt der Oberkrume (Oberkr.) und Mittelwerth (M.-W.) der Schichten.

Bonität, Ernten, Düngung.

A. Böden des Känozoikum.

Formation:	Jüngeres Alluvium.										Aelteres.								Diluvium.		Tertiär.					
Boden-Art:	Schwerer Lehmboden.		Schwerer Lehmboden.		Schwerer Lehmboden.		Schwerer Lehmboden.		Schwerer Lehmboden.		Lehmboden.		Lehmboden.		Sandboden.		Sandiger Lehmboden.		Löss-Lehmboden.		Braunkohlen-Sandboden.		Meeres-Sandboden.		Thonboden.	
Ort:	Poppelsdorf.		Poppelsdorf.		Poppelsdorf.		Poppelsdorf.		Poppelsdorf.		Horbell.		Horbell.		Kessenich.		Ippendorf.		Endenich.		Kierberg.		Flohnheim.		Goldhausen.	
	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.
Gehalt der lufttrocknen Feinerde:																										
Feuchtigkeit	1,760	2,953	2,583	2,989	1,516	2,530	1,362	2,168	1,430	2,129	3,515	2,716	3,271	3,212	1,815	1,122	1,730	1,934	3,510	2,673	2,182	2,556	1,600	1,349	2,288	3,192
Glühverlust	2,944	2,460	2,631	3,178	2,756	3,434	2,970	3,142	3,148	3,232	3,748	2,988	3,149	3,221	2,935	1,704	4,585	2,617	3,815	2,560	5,831	7,065	2,745	1,556	4,870	4,492
Stickstoff	0,091	0,070	0,099	0,073	0,079	0,066	0,082	0,062	0,070	0,054	0,085	0,062	0,063	0,044	0,111	0,055	0,149	0,073	0,055	0,046	0,194	0,267	0,077	0,047	0,168	0,085
Kalter Salzsäure-Auszug:																										
Eisenoxyd	—	—	2,342	3,156	2,267	3,427	2.000	2,846	2,053	2,867	2,319	2,331	1,716	2,314	2,400	2,007	1,245	1,796	2,880	2,579	2,320	1,480	1,746	1,239	2,773	2,510
Thonerde	—	—	1,285	2,228	1,572	2,648	1,206	1,966	0,982	1,967	0,858	1,201	1,184	1,947	3,184	3,503	0,846	0,650	1,597	2,267	0,682	0,956	1,812	1,010	1,726	2,006
Kalk	0,182	0,293	0,147	0,174	0,153	0,216	0,140	0,177	0,140	0,204	0,233	0,181	0,171	0,244	5,783	3,171	0,087	0,060	0,898	6,094	0,700	0,335	0,847	0,529	0,200	0,238
Magnesia	0,422	0,608	0,199	0,288	0,175	0,312	0,154	0,242	0,137	0,242	0,163	0,110	0,059	0,185	0,261	0,251	0,044	0,081	0,333	0,434	0,103	0,075	0,430	0,210	0,028	0,144
Phosphorsäure	0,105	0,104	0,096	0,080	0,094	0,087	0,094	0,082	0,098	0,091	0,090	0,071	0,053	0,067	0,133	0,081	0,069	0,045	0,106	0,087	0,065	0,047	0,042	0,035	0,054	0,053
Kali	0,081	0,084	0,065	0,074	0,068	0,075	0,052	0,071	0,049	0,067	0,027	0,028	0,039	0,036	0,078	0,041	0,039	0,042	0,078	0,068	0,061	0,049	0,061	0,044	0,092	0,074
Heisser Salzsäure-Auszug:																										
Kali	—	—	0,175	0,266	0,243	0,292	0,170	0,247	0,175	0,231	0,213	0,249	0,184	0,251	0,121	0,090	0,142	0,143	0,349	0,270	0,072	0,123	0,144	0,116	0,225	0,178
Chemische Bonität:	3	3	4	4	4	4	5	4	5	4	5	5	6	5	3	4—5	6	7	3	4	6	7	6	7	5	5
Kataster-Bonität:	I		I		I		I		I		II		II		III		VIII		IV		VII.		IV		III	
Mittlere Ernten DC. auf 1 ha:																										
Weizen	35—40		wie zuvor.		wie zuvor.		wie zuvor.		wie zuvor.		26—28		26—28		—		—		—		20		—		—	
Roggen	30										—		—		—		18		24,8		—		20		8	
Hafer	36—40										36		36		32		12		—		40		—		16	
Gerste	—										—		—		32		—		—		—		—		—	
Wein	—										—		—		—		—		—		—		—		—	
Rüben	400										370		370		300		—		—		320		—		340	
Kartoffeln	bis 350										—		—		110		120		96		160		—		—	
Klee (trocken)	—										sehr kleewüchsig		sehr kleewüchsig		—		—		80		—		28		80	
Düngung auf 1 ha.																										
Stallmist (im Mittel pro Jahr)	Je nach dem Zweck der Versuchsanstellungen ist die Düngung sehr verschieden.										sehr stark 200—300 DC.		sehr stark 200—300 DC.		stark 120 DC.		stark 122 DC.		stark 127 DC. dazu Jauche.		stark Pferdedung.		100 DC.		100 DC.	
Kunstdüngung	Im allgemeinen fehlte es an Stallmist und Kalkdüngung. Seit 1895 dient der Schlag XI dem specifischen Düngungsversuch (Mittheilung Nr. 15 des Versuchsfeldes)										Chile-Salpeter, Superphosphat. Stark zu Rüben (Thomasmehl und Kalk zu Klee).		Chile-Salpeter, Superphosphat. Stark zu Rüben. Thomasmehl u. Kalk zu Roggen u. Klee.		Chile-Salpeter und Superphosphat.		Guano.		selten Chile-Salpeter.		schwach Chile-Salpeter u. Superphosphat.		Superphosphat.		Chile-Salpeter.	

Stoffgehalt der Oberkrume (Oberkr.) und Mittelwerth (M.-W.) der Schichten.

Bonität, Ernten, Düngung.

B. Böden des Mesozoikum.

Formation:	Kreide.										Jura.						Trias.					
Boden-Art:	Lehmboden von Kreidemergel.		Lehmboden von Grünsand.		Mergelboden von Gault.		Thonmergel von Gault.		Thonboden von Wealden.		Lehmboden von Malm.		Thonboden von Dogger.		Thonboden von Lias.		Thonboden von Kohlenkeuper.		Thonboden von Muschelkalk.		Lehmiger Sandboden von Buntsandstein.	
Ort:	Coesfeld.		Essen.		Ochtrup.		Altenbeken.		Röcke.		Neesen.		Hausberge.		Hellern.		Vlotho.		Osnabrück.		Roggendorf.	
	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.
Gehalt der lufttrocknen Feinerde:																						
Feuchtigkeit	1,965	3,255	2,270	2,733	2,369	3,695	1,730	1,635	1,775	2,610	2,817	2,727	2,253	3,867	2,891	4,002	5,125	3,342	2,125	2,795	1,017	0,718
Glühverlust	2,727	2,600	3,715	2,925	2,322	3,221	4,775	3,366	4,400	4,666	4,110	4,655	6,306	5,239	5,223	4,990	7,329	5,018	4,050	3,596	3,707	2,026
Stickstoff	0,086	0,062	0,107	0,064	0,157	0,100	0,171	0,084	0,073	0,040	0,085	0,063	0,104	0,066	0,179	0,119	0,498	0,189	0,156	0,116	0,076	0,044
Kalter Salzsäure-Auszug:																						
Eisenoxyd	1,261	1,985	2,067	2,040	1,368	1,477	1,683	1,922	2,507	3,657	3,467	4,000	4,000	4,982	4,310	6,375	1,504	5,016	3,418	4,531	2,360	1,800
Thonerde	0,021	0,924	1,097	1,350	1,999	5,107	4,808	5,058	1,812	1,659	1,054	2,225	0,620	1,212	1,393	2,503	0,496	0,584	2,279	4,410	0,803	0,437
Kalk	0,683	6,046	0,343	0,720	2,507	19,054	22,067	14,423	3,240	0,894	0,183	9,640	0,347	0,478	0,127	0,272	0,027	0,023	0,280	5,895	0,386	0,118
Magnesia	0,042	0,107	0,103	0,119	0,533	4,572	0,113	0,198	0,202	0,128	0,144	0,317	0,084	0,122	0,096	0,189	0,017	0,028	0,065	0,146	0,048	0,024
Phosphorsäure	0,018	0,044	0,053	0,174	0,030	0,024	0,025	0,024	0,060	0,043	0,021	0,026	0,045	0,055	0,047	0,155	0,083	0,111	0,115	0,117	0,169	0,109
Kali	0,039	0,036	0,066	0,070	0,103	0,092	0,113	0,099	0,031	0,027	0,039	0,060	0,056	0,046	0,039	0,033	0,050	0,038	0,077	0,073	0,047	0,032
Heisser Salzsäure-Auszug:																						
Kali	0,157	0,246	0,241	0,441	0,259	0,263	0,213	0,244	0,110	0,123	0,204	0,297	0,126	0,410	0,121	0,165	0,148	0,100	0,504	0,673	0,056	0,083
Chemische Bonität:	7	6	6	3	5	5	5	6	6	6	7	6	6	6	6	5	6	6	3	2	5	6
Kataster-Bonität:	IV		II		IV		VI		IV		III		VII		VI		IV		III		II	
Mittlere Ernten DC. auf 1 ha:																						
Weizen	16		17		17		—		26		—		—		—		—		17		—	
Roggen	14		20		—		—		30		—		—		—		—		—		18	
Hafer	14		15		15		—		24		—		—		—		—		17		—	
Gerste	12		—		13		—		—		—		—		—		—		15		—	
Wein	—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—	
Rüben	200		300		—		—		310		—		—		—		—		bis 400		—	
Kartoffeln	130		180		150		—		170		—		—		—		—		—		144	
Klee (trocken)	50		—		—		—		80		—		—		36 DC. Wiesen-Heu.		—		60		—	
Düngung auf 1 ha:																						
Stallmist (im Mittel pro Jahr)	100 DC.		140 DC.		140 DC.		—		100 DC.		—		—		starke Düngung oder		—		140 DC.		120 DC.	
Kunstdünger	Knochenmehl.		Knochenmehl und Thomasmehl.		Knochenmehl.		Kohlenasche.		selten.		—		—		Thomasmehl.		—		Gebrannter Kalk.		Guano.	

Stoffgehalt der Oberkrume (Oberkr.) und Mittelwerth (M.-W.) der Schichten.

Bonität, Ernten, Düngung.

	C. Böden des Paläozoikum.														D. Böden des Eruptiv.			
Formation:	**Zechstein.**		**Rothliegendes.**		**Carbon.**		**Devon.**								**Basalt-Lava.**		**Diabas.**	
Boden-Art:	Thonboden.		Lehmboden.		Sandboden.		Schiefriger Thonboden.		Lehmboden von Grauwacke.		Sandboden. (Quarzit).		Trümmerboden von Glimmer-Sericit.		Thonboden.		Thonboden.	
Ort:	**Obermarsberg.**		**Kreuznach.**		**Ratingen.**		**Caub.**		**Oberlahnstein.**		**Bingen.**		**Eppstein.**		**Rolandswerth.**		**Ehrenbreitstein.**	
	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.	Oberkr.	M.-W.
Gehalt der lufttrocknen Feinerde:																		
Feuchtigkeit	2,670	2,656	1,631	1,425	1,055	0,859	1,709	1,865	1,955	1,510	3,479	1,916	3,795	3,222	7,800	6,400	3,068	2,699
Glühverlust	5,377	4,256	4,105	2,469	5,545	2,627	6,528	5,410	4,884	3,609	9,962	4,931	9,705	7,335	7,975	4,721	8,158	5,677
Stickstoff	0,175	0,132	0,075	0,047	0,134	0,042	0,075	0,056	0,136	0,081	0.297	0,144	0,337	0,245	0.204	0,086	0,226	0,128
Kalter Salzsäure-Auszug:																		
Eisenoxyd	2,613	3,106	2 442	2,579	0,547	4,024	6,022	5,321	4,157	3,488	0,569	0,537	3,883	4,194	7,307	7,360	4,133	4,493
Thonerde	2,362	2,121	1,537	1,295	0,103	0,134	5,060	5,909	2,154	2,270	0,064	0,130	2,625	2,956	6,719	8,799	3,158	2,217
Kalk	4,403	4,322	2,600	1,693	0,087	0,032	0,297	0,406	1,630	4,446	Spur.	0,028	0,293	0,277	0,753	1,651	1,849	1,039
Magnesia	0,216	0,326	0,370	0,242	0,019	0,016	0,659	0,667	0,144	0,497	0,019	0,026	0,072	0,094	0,176	0,247	0,574	0,377
Phosphorsäure	0,058	0,049	0,171	0,140	0,034	0,062	0,235	0,279	0,192	0,149	0,028	0,019	0,092	0,101	0,041	0,160	0,209	0,132
Kali	0,135	0,103	0,144	0,089	0,026	0,023	0,188	0,175	0,123	0,106	0,040	0,039	0,129	0,113	0,179	0,425	0,212	0,144
Heisser Salzsäure-Auszug:																		
Kali	0,343	0,223	0,466	0,446	0,092	0,081	0,332	0,358	0,293	0,233	0,150	0,152	0,341	0,322	0,241	0,602	0,367	0,266
Chemische Bonität:	3	4	2	2	7	8	2	2	1	2	7	8	4	3	4	2	1	2
Kataster-Bonität:	IV		II		VI		III		V		?		?		VIII		III	
Mittlere Ernten DC. auf 1 ha:																		
Weizen	17		—		—		—		—		—		—		—		—	
Roggen	19		—		—		—		—		—		—		—		—	
Hafer	20		—		—		—		—		—		—		—		—	
Gerste	30		—		—		—		—		—		—		—		—	
Wein	—		2980 L. Most		—		4800 L.		800 L.		—		—		—		—	
Rüben	160		—		—		—		—		—		—		—		—	
Kartoffeln	140		—		—		—		—		—		—		—		—	
Klee (trocken)	—		—		—		—		—		—		—		—		—	
Düngung auf 1 ha:																		
Stallmist (im Mittel pro Jahr)	90 DC.		viel Kompost.		—		15 DC.		20 DC. Jauche.		—		—		—		—	
Kunstdünger	Guano und Chile-Salpeter.		—		—		—		—		—		—		—		—	

Erörterung der Analysen-Tabellen.

Das auf den 5 Haupttabellen A I, A II, B, C und D vorgeführte Analysenmaterial gewährt einen reichen Einblick in die chemische Zusammensetzung der westdeutschen Böden. Es lehrt zunächst eine *grosse Mannigfaltigkeit im Nährstoffkapital der verschiedenen Böden.* Dieselbe findet ihre Erklärung in der verschiedenartigen Abstammung und Entstehungsweise der Böden, in ihrem verschiedenartigen Alter und in den verschiedenartigen Graden der Humusbildung in früheren Zeiten. Wenig oder garnicht ist jedoch der Einfluss der Düngung auf die Menge der Nährstoffe zu erkennen, vielmehr weisen gerade die am meisten mit Dungstoffen versehenen Aecker einen relativ niedrigen Nährstoffgehalt, insbesondere an Phosphorsäure auf, woraus wohl auf eine frühere jahrhundertelange sehr starke Inanspruchnahme der Aecker geschlossen werden darf.

Als ein besonderes Ergebniss der Untersuchungen ist dann zu betrachten, dass *die einzelnen Schichten der Bodenprofile sehr grosse Unterschiedlichkeiten* im Nährstoffgehalt aufweisen, weit grössere, als man für gewöhnlich annimmt. Darüber gewähren die Tabellen einen sehr präcisen Einblick. Die grössten Unterschiedlichkeiten im Nährstoffgehalt der Schichten finden sich bei den verschiedenartig geschichteten Verwitterungsböden, insbesondere des Mesozoischen. Hier ist der Phosphorsäure- (0,546 %) und Kali- (0,116 bezw. 1,133 %) Gehalt der Grünsand-Mergelschicht im Essener-Profil vornehmlich markant. In den eisenschüssigen Kiesschichten der sekundären Böden macht sich regelmässig die Phosphorsäure auffällig bemerkbar. Da am Fuss der Tabellen die Beschaffenheit der Schichten verzeichnet ist, wird leicht zu erkennen sein, worauf in jedem einzelnen Falle die Eigenartigkeit im Stoffgehalt einer Schicht zurückzuführen ist.

Im Allgemeinen nimmt der **Glühverlust** und besonders der **Stickstoffgehalt** in den unteren Schichten erheblich ab und zwar häufig gradatim. Es ist dieses ja auch wohl begreiflich, da in diesen der Humusgehalt nachlässt. Wo die unteren Schichten einen hohen Glühverlust zeigen, ist dieser auf das Hydratwasser von Eisenoxyd und Thonerde sowie auf die wasserhaltigen Silikate zurückzuführen, es sei denn dass organische Substanzen vorliegen, wie z. B. im Braunkohlensand von Kierberg.

Andrerseits nimmt in der Regel der **Kalk-** und **Magnesia-Gehalt** in den unteren Schichten zu, was in Folge Auslaugung der oberen wohl verständlich ist. Wo das nicht der Fall, findet es in der Eigenart der auf den Tabellen unten angegebenen Schichten stets eine leichte Erklärung. Bei den mesozoischen Böden stören natürlich Kalk- und Mergelschichten häufig das Bild der sonst üblichen Kalkvertheilung im Boden.

Bezüglich der **Phosphorsäure** ist es sehr lehrreich, aus den Tabellen feststellen zu können, dass ihr grösseres oder geringeres Vorkommen gemeiniglich mit den Eisenmengen im Boden korrespondirt. Es ist dieses meines Erachtens noch nirgend so klar erwiesen, als durch die vorliegenden Analysen. Zwar konnte ich in früheren Arbeiten bereits zeigen, dass die Eisenkonkretionen im Boden, wie Raseneisenstein und Laterit, durchweg beträchtliche, oft sehr grosse Mengen (bis zu 4 %) Phosphorsäure enthalten, aber eine in der Hauptsache ständige Korrespondenz von Phosphorsäure mit Eisen in

der Ackererde ist wohl zum ersten Male in diesen Tabellen dargethan. In der obern Ackerkrume tritt dieses Verhältniss zwar nicht immer in die Erscheinung. Hier hat entweder jahrhundertlanger Raubbau eine Verminderung der Phosphorsäure-Mengen herbeigeführt, während das Eisenoxyd kaum merklich entführt wurde, oder es hat hier an andern Orten, wie z. B. im Poppelsdorfer Versuchsfelde, in den letzten Jahrzehnten in Folge sehr starker Kunstdüngungen eine Anreicherung der Phosphorsäure stattgefunden. Aber in den unteren Schichten, wo die Phosphorsäure-Mengen in der Hauptsache ihr natürliches Kapital darstellen, liegen für die nahen Beziehungen von Phosphorsäure zum Eisenoxyd viele sehr markante Beispiele vor. Ich habe die wesentlichsten in nachfolgender Zusammenstellung aus den Tabellen ausgezogen.

Schichten:	1.	2.	3.	4.	5.
	%	%	%	%	%
Horbell, Alluviallehmboden,					
Eisenoxyd	2,319	2,576	2,099		
Phosphorsäure . . .	0,090	0,071	0,052		
Horbell, Alluviallehmboden,					
Eisenoxyd	1,716	1,954	2,653	2,931	
Phosphorsäure . . .	0,053	0,064	0,066	0,063	
Kessenich, Alluvialsandboden,					
Eisenoxyd	2,400	2,267	1,293	2,067	
Phosphorsäure . . .	0,133	0,077	0,037	0,078	
Kierberg, Braunkohlensandboden,					
Eisenoxyd	2,320	2,027	1,333	0,907	0,813
Phosphorsäure . . .	0,065	0,072	0,049	0,027	0,023
Flohnheim, Meeressandboden,					
Eisenoxyd	1,746	2,166	0,623	0,421	
Phosphorsäure . . .	0,042	0,042	0,018	0,036	
Essen, Grünsandboden,					
Eisenoxyd	2,067	2,013	1,973	2,106	
Phosphorsäure . . .	0,053	0,047	0,048	0,546	
Hellern, Liasthonboden,					
Eisenoxyd	4,310	7,573	6,602	7,016	
Phosphorsäure . . .	0,047	0,192	0,186	0,196	
Vlotho, Unterer Keuperboden,					
Eisenoxyd	1,504	3,091	10,452		
Phosphorsäure . . .	0,083	0,069	0,181		
Roggendorf, Buntsandsteinboden,					
Eisenoxyd	2,360	1,773	1,548	1,520	
Phosphorsäure . . .	0,169	0,103	0,085	0,078	
Ratingen, Carbonsandboden,					
Eisenoxyd	0,547	0,261	12,827	2,462	
Phosphorsäure . . .	0,034	0,032	0,166	0,014	
Caub, Schiefriger Thonboden, Devon,					
Eisenoxyd	6,022	5,000	4,829	5,432	
Phosphorsäure . . .	0,235	0,284	0,290	0,305	
Oberlahnstein, Grauwacken-Lehmboden,					
Eisenoxyd	4,157	3,967	3,720	2,106	
Phosphorsäure . . .	0,192	0,175	0,146	0,084	
Bingen, Quarzit-Sandboden,					
Eisenoxyd	0,569	0,932	0,518	0,129	
Phosphorsäure . . .	0,028	0,026	0,015	0,006	
Eppstein, Glimmersericitboden,					
Eisenoxyd	3,883	4,505			
Phosphorsäure . . .	0,092	0,109			

Diese Zahlen zeigen also deutlich, dass Eisen und Phosphorsäure sehr häufig in einem Boden in Parallele stehen. Man kann fast regelmässig ersehen, dass dort, wo grössere Mengen Phosphorsäure, z. B. über 0,120 %, auch stets grössere Mengen Eisen vorhanden sind. Eine Ausnahme zeigt nur der Boden des Rothliegenden von Kreuznach. Das Umgekehrte jedoch, dass grosse Mengen Eisenoxyd auch grosse Mengen Phosphorsäure zur Seite haben, ist nicht überall zutreffend.

Man kann hieraus wohl folgern, dass die Phosphorsäure im Boden vornehmlich, wenn nicht ausschliesslich durch Eisen gebunden ist. Um sie daher den Pflanzen zugänglich zu machen, ist der Boden aufzuschliessen durch Kalk- und Stallmistdüngung, Beackerung und Brache. Dieses Verfahren ist in den meisten Fällen praktischer, als eisenreiche Böden durch starke Düngung an Phosphorsäure anzureichern. Damit soll nicht gesagt sein, dass jede Art Phosphorsäure-Düngung auf eisenreichen Böden unrentabel ist.

Bezüglich des **Kaligehaltes** der Böden ist zunächst auf die verschiedenartigen Abweichungen hinzuweisen, welche der kalte und heisse Salzsäure-Auszug von einander zeigen. Sodann ist die Frage zu beantworten, ob der Kalivorrath des Bodens unter natürlichen Verhältnissen zu andern Stoffen in regelmässiger Beziehung steht. Da diese letztere Frage die einfachere ist, sei sie zunächst behandelt.

Da das im Salzsäure-Auszug gefundene Kali vornehmlich von den Doppelsilikaten herrühren muss, so liegt die Vermuthung nahe, dass der Kaligehalt mit dem an Kieselsäure und Thonerde korrespondirt. Nach den vorliegenden Analysen ist es nun unmöglich, zwischen Kali und Kieselsäure irgend welche regelmässige Beziehungen zu erkennen. Dahingegen sind solche zwischen Kali und Thonerde bei den meisten der sekundären Böden offenkundig vorhanden, wenn man die heissen Salzsäure-Auszüge der Kalibestimmung heranzieht. Bei den primären Böden ist dieses jedoch seltener der Fall. Ich wage nicht irgend einen Grund namhaft zu machen, worauf dieser Umstand zurückzuführen, ehe nicht noch eine Reihe chemischer und mineralogischer Arbeiten ausgeführt, zu denen bislang die Räume und Mittel meines Instituts nicht ausreichten.

Das Verhältniss des heissen Salzsäure-Auszuges zum kalten ist ein sehr schwankendes. Die Analysen lehren, dass der heisse Salzsäure-Auszug ergiebt:

in 26 Fällen das 5fache und mehr bis zum 10 ja fast 20fachen,
in 49 „ „ 5—3fache,
in 37 „ „ 3—2 „
und in 12 „ „ 2—$1^1/_4$ „ des kalten Auszuges.

Das Letztere und Vorletzte ist vornehmlich der Fall bei den Böden des Päläozoischen und in den Sandböden von Kessenich, Kierberg und Flohnheim, dem tertiären Thonboden von Goldhausen und den beiden (thonigen) Eruptivböden. Alle diese Böden, welche die geringere Differenz ($1^1/_4$—3fache) des kalten zum heissen Auszuge zeigen, sind also entweder extreme Sandböden oder extreme Thonböden. Die ersteren zeichnen sich durch einen an sich niedrigen Kaligehalt aus, bei den letzteren trifft dieses nicht immer zu, ganz vornehmlich nicht bei dem Zechstein-, dem Devonschiefer-, dem Basalt- und dem Diabas-Thonboden. Bei den Thonböden ist der Kaligehalt nur dann gering, wenn der Boden sich dem reinen Thon nähert oder reine Thonschichten enthält, aus denen natürlich das Kali ausgewittert und ausgewaschen ist.

Besonders grosse Unterschiede im Kaligehalte bei heissem und kaltem Auszuge zeigen die mesozoischen Böden, mögen sie nun reich oder arm an Kali sein. Es hängt das wohl mit ihrem mehr lehmigen Charakter zusammen. Auch die Poppelsdorfer Versuchsfeldböden und die ein wenig älteren Böden von Horbell haben grössere Differenzen; sie sind echte Lehmböden. Diese grossen Differenzen weisen unter allen Umständen darauf hin, dass man bei Lehmböden den heissen Salzsäure-Auszug neben dem kalten gar nicht entbehren kann, um einen Boden richtig zu beurtheilen.

Ist nun also auch nachgewiesen und verständlich, wo die grössere oder geringere Differenz der beiden Kalierschliessungen im Allgemeinen auftritt, so fehlt es doch in Einzelfällen noch vielfach an einer Erklärung dafür. Ich habe daher versucht, die Differenzen in Verbindung zu bringen mit dem Gehalt eines Bodens oder einer Bodenschicht an Glühverlust, Thonerde, Kalk und Magnesia. Aber alle mühevollen Vergleiche, welche ich zu diesem Zwecke an der Hand von Auszügen aus den Analysen-Tabellen anstellte, haben zu einem Ergebniss nicht geführt. Die Vergleiche zeigten, dass sowohl die Bodenschichten mit grosser Kaliaufschluss-Differenz (> 5fache) wie auch solche mit geringer Kaliaufschluss-Differenz (< 3fache) dieselben Mengen Glühverlust, Thonerde, Kalk und Magnesia aufweisen können. Dieses beweisen folgende Zusammenstellungen.

Böden mit grosser Differenz:

Der 2. Boden von **Horbell** (Alluvium)	hat im	kalten Auszuge	0,02—0,05 % Kali
	„	heissen „	0,18—0,40 „ „
	hat	Glühverlust	3—4 %
		Thonerde	1—3 „
		Kalk + Magnesia	0,2—0,6 %
Der von **Neesen** (Malm)	hat im	kalten Auszuge	0,04—0,08 % Kali
	„	heissen „	0,2—0,5 „ „
	hat	Glühverlust	4—5 „
		Thonerde	1—4 „
		Kalk + Magnesia	0,3—21 „
Der von **Osnabrück** (Muschelkalk)	hat im	kalten Auszuge	0,06—0,08 % Kali
	„	heissen „	0,5—0,8 „ „
	hat	Glühverlust	3—4 „
		Thonerde	2—6 „
		Kalk + Magnesia	0,2—12 „
Der von **Kreuznach** (Rothliegendes)	hat im	kalten Auszuge	0,06—0,14 % Kali
	„	heissen „	0,3—0,7 „ „
	hat	Glühverlust	2—4 „
		Thonerde	1—2 „
		Kalk + Magnesia	1—3 „

Böden mit geringer Differenz:

Der Boden von **Kessenich**	hat im	kalten Auszuge	0,02—0,08 % Kali
(in den 3 obersten Schichten)	„	heissen „	0,03—0,12 „ „
(Alluvium)	hat	Glühverlust	0,6—3 „
		Thonerde	2—5 „
		Kalk + Magnesia	2—6 „
Der Boden von **Kierberg**	hat im	kalten Auszuge	0,04—0,06 % Kali
(1. u. 2. Schicht)	„	heissen „	0,06—0,07 „ „
(Tertiär)	hat	Glühverlust	6 %
		Thonerde	fast 1 „
		Kalk + Magnesia	0,1—0,8 %
Der Boden von **Flohnheim**	hat im	kalten Auszuge	0,022 % Kali
(3. Schicht)	„	heissen „	0,035 „ „
(Tertiär)	hat	Glühverlust	0,26 „
		Thonerde	0,16 „
		Kalk + Magnesia	0,07 „
Der Boden von **Altenbeken**	hat im	kalten Auszuge	0,113 % Kali
(4. Schicht)	„	heissen „	0,128 „ „
(Gault)	hat	Glühverlust	4 %
		Thonerde	6 „
		Kalk + Magnesia	14 „
Der Boden von **Roggendorf**	hat im	kalten Auszuge	0,047 % Kali
(1. Schicht)	„	heissen „	0,056 „ „
(Buntsandstein)	hat	Glühverlust	4 %
		Thonerde	0,8 %
		Kalk + Magnesia	0,4 „
Der Boden von **Obermarsberg**	hat im	kalten Auszuge	0,052 % Kali
(4. Schicht)	„	heissen „	0,089 „ „
(Zechstein)	hat	Glühverlust	4 %
		Thonerde	1,5 %
		Kalk + Magnesia	7 „
Der Boden von **Rolandswerth**	hat im	kalten Auszuge	0,179 % Kali
(1. Schicht)	„	heissen „	0,241 „ „
(Basaltlava)	hat	Glühverlust	8 %
		Thonerde	7 „
		Kalk + Magnesia	1 „
Derselbe in der 4. Schicht	hat im	kalten Auszuge	0,497 % Kali
	„	heissen „	0,582 „ „
	hat	Glühverlust	3 %
		Thonerde	10 %
		Kalk + Magnesia	2 „

Hiernach bleibt es also zunächst unaufgeklärt, worauf es zurückzuführen ist, dass die Aufschlüsse des Bodens mit kalter und heisser Salzsäure so verschiedenartig ausfallen, bald nahe bald weite Differenzen liefernd. Mineralogische Studien werden hier nöthig sein, um diese Frage lösen zu helfen. Vielleicht ist aber auch die Schlämmuntersuchung — welche leider in dieser Arbeit noch nicht berücksichtigt werden konnte — bereits im Stande, zur Klärung beizutragen. Jedenfalls werde ich sie demnächst heranziehen.

Die Mittelwerth-Tabellen.

Die Frage, wie weit sich die chemische Untersuchung eines Bodens in die Tiefe zu erstrecken hat, ist nicht überall gleich zu beantworten. Welche Arten Kulturgewächse angebaut werden, ob perennirende oder annuelle, ob der Boden gleichmässig in Oberkrume und Tiefe, ob er ungleichmässig geschichtet ist, ob er festes Gestein oder Untergrund-Wasser bereits in geringer Tiefe aufweist, alles dieses bestimmt in jedem einzelnen Falle die Tiefe der Probeentnahme und somit die Tiefe der chemischen Untersuchung.

Im Allgemeinen wird es vollständig ausreichen, die Bodenproben bis zu 1 m Tiefe zu entnehmen, da die annuellen Früchte gemeiniglich nicht tiefer oder nicht viel tiefer als 1 m in den Boden eindringen. Dazu kommt noch, dass wohl die allermeisten Kulturpflanzen in der Hauptsache ihren Nährstoffbedarf in den obersten Schichten decken. Bis zu welcher Tiefe sie überhaupt und die einzelnen Arten im Speciellen die Nährstoffe dem Boden entnehmen, darüber liegt heute noch kein klares Bild vor. Diese Grenzlinie wird auch sicher wechseln je nach dem Klima und Witterungsverhältnissen eines Ortes und eines Jahres sowie nach der mechanischen und physikalischen Beschaffenheit der Schichten und insbesondere nach dem Nährstoffreichthum oder der Nährstoffarmuth der obersten Schicht, der Ackerkrume.

Erkennt man nun an, dass für gewöhnlich mit der Probeentnahme bis 1 m Tiefe den Verhältnissen genügend Rechnung getragen wird, so ist die zweite Frage aufzuwerfen, in welcher Weise sind die Proben von Oberkrume und Untergrund zu theilen? Zunächst bedarf es wohl keiner weiteren näheren Begründung, dass die Oberkrume als wichtigste Ernährungsquelle der Pflanze für sich analysirt wird und dass ihre Abgrenzung nach unten mit der Tiefe der Pflugfurche am zweckmässigsten zusammenfällt. Da diese nun je nach Anbauverhältnissen und Gewohnheit eine verschiedene ist, so ist dem Rechnung zu tragen. Man wird also in der Regel die Ackerkrume bei 25—30 cm Tiefe abgeschlossen finden. Ueber die Eintheilung der tieferen Schichten kann kein Zweifel sein, wenn natürliche Schichtungen vorliegen, wie das bei mesozoischen und känozoischen Böden sehr häufig der Fall ist; anders, wenn der Boden von gleichmässiger Beschaffenheit im Untergrunde ist. Dann kann man zweifeln, ob derselbe in 2 oder 3 Portionen einzutheilen ist. Ich habe die Dreitheilung des Untergrundes von 25 bezw. 30—100 cm Tiefe vorgezogen, welche den Vorzug hat, die Verhältnisse klarer beurtheilen zu können. Das haben die Untersuchungen auch bestätigt.

So deutlich und klar nun auch die Stoffmengen in den einzelnen Schichten

bei allen Böden zu erfassen sind, so schwierig ist es andererseits bei einem 4 oder 5-schichtigen Analysen-Material Vergleiche über die Stoffkapitalien der Böden untereinander anzustellen. Zu dem Zweck ist es daher erforderlich, die Analysen-Ergebnisse der Schichten in eine Reihe zu concentriren. Hierbei dürften folgende 2 Gesichtspunkte zu berücksichtigen sein: 1. Das Analysenmaterial der Ackerkrume reicht für einen Vergleich nicht aus. 2. Zieht man den Mittelwerth aus allen Schichten, so kommt die Bedeutung der Ackerkrume für die Ernährung der Pflanzen nicht genügend zur Geltung.

Dieses Letztere geht deutlich aus den 4 Tabellen A, B, C, D hervor, welche ich den Analysen-Tabellen habe folgen lassen. Allein den Mittelwerthen nach zu urtheilen, erscheint ein Boden bald zu stickstoffarm, bald zu kalkreich! In dieser Erkenntniss habe ich den Mittelwerthen das Stoffkapital der Ackerkrume zur Seite gestellt. Aber auch in dieser Form sind die Vergleiche der Böden unter einander immer noch sehr schwierig, dazu bedarf es stets einer einzigen Zahlenreihe. Um diese zu konstruiren erscheint es mir am zweckmässigsten nach folgender Formel zu verfahren:

$$\text{Die Vergleichsziffer des Stoffes ist} = \frac{1.\ \text{Schicht} + \frac{(2. + 3. + 4.\ \text{Schicht})}{3}}{2}\ ^{*})$$

Die also gefundene Vergleichsziffer nenne ich den **Vergleichswerth** oder die **Stoffeinheit,** bezw. die **Nährstoffeinheit** des Bodenprofils.

In obiger Formel wird der Thatsache Rechnung getragen, dass die Ackerkrume für die Ernährung der Pflanzen eine weit grössere Bedeutung hat, als jede tiefere Schicht. Ein Beispiel wird dieses zeigen.

Der Diabas-Verwitterungsboden zeigt in seinen 4 Schichten folgenden procentischen Gehalt an Stickstoff 0,226 0,128 0,089 0,068

„ Kalk 1,849 0,906 0,753 0,647.

Er hat darnach eine Nährstoff-Einheit	an Stickstoff,	an Kalk
bei der einfachen Mittelwerthberechnung . . .	0,128%	1,039%
bei der Berechnung nach obiger Formel . . .	0,165 „	1,309 „

Die Berechnung nach obiger Formel ist ja sicherlich nicht einwandsfrei in Bezug auf ihre Berechtigung, ich halte sie jedoch zunächst für die beste Methode, vergleichbare Ziffern zu gewinnen, und stelle solche in den nachfolgenden Tabellen zusammen.

---

*) Die Formel ist natürlich bei anderer Schichtenzahl umzugestalten.

Zusammenstellung der Stoffeinheiten der Profile

zum Vergleich nach der Formel

$$\frac{1 + \frac{(2+3+4)}{3}}{2.}$$

Känozoikum.

Formation:	Jüngeres Alluvium					Aelteres Alluvium				Diluvium.	Tertiär.		
Ort:	**Poppelsdorf.**	**Poppelsdorf.**	**Poppelsdorf.**	**Poppelsdorf.**	**Poppelsdorf.**	**Horbell.**	**Horbell.**	**Kessenich.**	**Ippendorf.**	**Endenich.**	**Kierberg.**	**Flohnheim.**	**Goldhausen.**
Boden-Art:	Lehm-Boden	Lehm-Boden	Lehm-Boden	Lehm-Boden	Lehm-Boden	Lehm-Boden	Lehm-Boden	Fluss-Sand-Lehmb.	Sand. Lehm-Boden	Löss-Boden	Braunkohlen-Sandb.	Meeres-Sand-Boden	Thon-Boden
Zahl der Schichten:	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	5	4	4
%													
Feuchtigkeit	2,556	2,854	2,192	1,899	1,896	2,828	3,232	1,353	1,858	2,952	2,416	1,433	2,891
Glühverlust	2,632	2,996	3,208	3,085	3,204	3,086	3,205	1,409	3,355	2,979	6,603	1,953	4,625
Fe_2O_3	—	2,885	3,040	2,564	2,596	2,288	2,115	2,138	1,589	3,179	1,795	1,408	2,598
Al_2O_3	—	1,914	2,289	1,713	1,496	1,087	1,693	3,397	0,975	2,044	0,854	1,111	1,913
SiO_2	0,002	0,004	0,003	0,003	0,002	0,001	0,002	0,036	0,002	Spuren	0,006	0,001	0,005
N	0,077	0,082	0,070	0,069	0,059	0,066	0,051	0,074	0,102	0,033	0,240	0,057	0,113
CaO	0,256	0,165	0,195	0,165	0,183	0,187	0,220	4,012	0,071	4,361	0,472	0,635	0,226
MgO	0,546	0,259	0,269	0,213	0,207	0,122	0,143	0,254	0,068	0,400	0,088	0,283	0,105
P_2O_5	0,105	0,086	0,089	0,086	0,093	0,074	0,062	0,099	0,054	0,093	0,052	0,037	0,053
K_2O, kalt	0,083	0,071	0,071	0,065	0,061	0,027	0,037	0,054	0,041	0,072	0,054	0,050	0,080
K_2O, heiss	—	0,236	0,276	0,272	0,213	0,234	0,245	0,101	0,143	0,346	0,104	0,126	0,194

Mesozoikum.

Formation:	Kreide.					Jura.			Trias.		
		Grünsand	Gault	Gault	Wealden	Malm	Dogger	Lias	Keuper	Musch.-kalk	Buntsandst.
Ort:	Coesfeld.	Essen.	Ochtrup.	Altenbeken.	Röcke.	Neesen.	Hausberge.	Hellern.	Vlotho.	Osnabrück.	Roggendorf.
Boden-Art:	Lehmiger Mergel-Boden	Lehm-Boden	Mergel-Boden	Thoniger Mergel-Boden	Thon-Boden	Lehm-Boden	Thon-Boden	Thon-Boden	Thon-Boden	Thon-Boden	Lehmiger Sand-Boden
Zahl der Schichten:	4	4	2	4	4	4	4	4	3	4	4
%											
Feuchtigkeit	2,825	2,579	3,695	1,667	2,332	3,424	3,329	3,632	3,788	2,572	0,818
Glühverlust	2,642	3,189	3,222	3,836	4,578	4,473	5,595	5,068	5,596	3,748	2,587
Fe_2O_3	1,744	2,049	1,477	1,843	3,274	3,823	4,655	5,687	4,183	4,160	1,987
Al_2O_3	0,623	1,266	5,107	4,975	1,710	1,835	1,015	2,133	0,563	3,723	0,559
SiO_2	0,0008	Spuren	0,0005	0,002	Spuren	0,001	Spuren	Spuren	0,001	Spuren	0,002
N	0,074	0,079	0,100	0,113	0,051	0,071	0,079	0,139	0,267	0,129	0,055
CaO	4,258	0,595	19,054	16,971	1,676	6,488	0,435	0,224	0,025	4,023	0,207
MgO	0,086	0,115	4,572	0,170	0,153	0,259	0,109	0,158	0,025	0,119	0,032
P_2O_5	0,035	0,134	0,024	0,025	0,049	0,025	0,052	0,119	0,104	0,116	0,129
K_2O, kalt	0,037	0,069	0,092	0,104	0,029	0,054	0,049	0,035	0,041	0,074	0,037
K_2O, heiss	0,216	0,375	0,263	0,234	0,119	0,266	0,315	0,151	0,113	0,617	0,074

	Paläozoikum.							Eruptiv.	
Formation:	Zechstein.	Rothliegendes.	Carbon.	Devon.				Basalt.	Diabas.
Ort:	**Obermarsberg.**	**Kreuznach.**	**Ratingen.**	**Caub.**	**Oberlahnstein.**	**Bingen.**	**Eppstein.**	**Rolandswerth.**	**Kalterhaus.**
Bodenart:	Thon-Boden	Lehm-Boden	Sand-Boden	Schiefer-Thon-Boden	Lehm-Boden	Sand-Boden	Trümmer-Boden	Thon-Boden	Thon-Boden
Zahl der Schichten:	4	4	4	4	4	4	2	4	4
%									
Feuchtigkeit	2,661	1,492	0,858	1,813	1,658	2,604	3,222	6,867	2,822
Glühverlust	4,630	3,015	3,600	5,783	4,034	6,608	7,335	5,806	6,504
Fe_2O_3	2,942	2,534	2,865	5,555	3,711	0,548	4,194	7,343	4,373
Al_2O_3	2,202	1,376	0,124	5,626	2,231	0,108	2,956	8,106	2,531
SiO_2	0,002	0,001	0,001	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	0,172	0,001
N	0,147	0,057	0,073	0,062	0,099	0,195	0,245	0,126	0,161
CaO	4,349	1,996	0,050	0,370	3,507	0,019	0,277	1,352	1,309
MgO	0,290	0,285	0,017	0,664	0,379	0,024	0,094	0,223	0,443
P_2O_5	0,052	0,151	0,053	0,264	0,164	0,022	0,101	0,121	0,158
K_2O, kalt	0,114	0,108	0,024	0,179	0,112	0,040	0,113	0,343	0,167
K_2O, heiss	0,263	0,453	0,085	0,350	0,253	0,151	0,322	0,482	0,300

Das Stoffkapital in den Böden der verschiedenen Formationen.

Die vorhin aufgestellten Tabellen werden die Grundlage für die hier vorzunehmenden Vergleiche bieten. Ich beschränke mich dabei nicht auf die vornehmlichsten Nährstoffe Stickstoff, Kalk, Magnesia, Phosphorsäure und Kali, sondern will zunächst die Feuchtigkeit, den Glühverlust und den Gehalt an Eisenoxyd und Thonerde behandeln.

Der **Feuchtigkeitsgehalt** der lufttrocknen Feinerde ist naturgemäss weniger von der geologischen Formationsart, als vielmehr von der mechanischen Zusammensetzung des Bodens abhängig. Der Gehalt an Sand, Lehm, Thon und Humus sind das Entscheidende für denselben. Das ist auch in den Tabellen klar zu erkennen.

Der **Glühverlust** der lufttrocknen Feinerde ist auf den Humusgehalt und das Hydratwasser derselben zurückzuführen. Letzteres liegt vornehmlich in an Eisenoxyd und Thonerde reichen Böden vor, und der Gehalt an Eisen und Thon ist in bestimmten Formationen grösser als in andern. Je älter ein Boden wird, desto mehr nimmt sein relativer Gehalt an diesen Stoffen zu, das lehren am deutlichsten die Verwitterungsböden der archäischen Gesteine in den Tropen. Ebenso ist derjenige Boden eisen- und thonreich, welcher aus Muttergestein hervorgegangen, das den einen oder andern Bestandtheil in reichstem Maasse enthält, z. B. die Böden des Rothliegenden, des Devonschiefers, des Buntsandsteins, des Lias, des Gault, des Basalt und Diabas. So wird man also bei den Böden bestimmter Formationen stets auf einen hohen Gehalt an Glühverlust rechnen können, welcher auf Hydratwasser zurückzuführen ist. Der Humusgehalt*) eines Bodens ist dagegen in nur sehr beschränktem Maasse von der Formation abhängig, nur dann, wenn das Muttergestein sehr viel organische Substanz eingebettet enthält, wie z. B. Lias, Kohlenkeuper, Kohlensandstein und Braunkohlensand. Sonst richtet sich der Humusgehalt eines Bodens nach der natürlichen und wirthschaftlichen Vegetation, welche ihn kürzere oder längere Zeit überzog, und welche überall von sehr mannigfaltigen Verhältnissen abhängig war und ist, die von der geologischen Formation nur ausnahmsweis beeinflusst worden sind.

In Rücksicht hierauf wird z. B. ein Verwitterungsboden des Rothliegenden oder Devonschiefers hohen Glühverlust zeigen, wenn er neben vielem Hydratwasser auch viel Humus hat, einen nur mässigen, wenn er humusarm ist.

Es ist also nicht möglich, dem Boden der einen oder anderen Formation einen hohen Glühverlust als charakteristisch zuzuerkennen.

Im soeben Erörterten wurde bereits darauf hingewiesen, dass ein hoher Gehalt an **Eisenoxyd und Thonerde** bestimmten Böden eigenthümlich ist und wir finden dieses auch offen ausgeprägt:

bezüglich des Eisenoxyds bei den Böden des Rothliegenden, des Devonschiefers, der Devon-Grauwacke, des Dogger, des Lias, weniger des Buntsandstein, und schliesslich eisenreicher Kiesschichten,

---

*) Leider konnte derselbe bei den vorliegenden Böden in Folge unzureichender Laboratoriums-Einrichtungen und Mittel nicht bestimmt werden.

bezüglich der Thonerde bei allen thonigen Verwitterungsböden, wie solche regelmässig liefert der Zechstein, der Devonschiefer, der Basalt, der Diabas, der Gaultthon, der Lias, der Muschelkalk und der Tertiärthon.

Hier haftet also der Eisenoxyd- bezw. Thonerdegehalt an bestimmten primären Bodenarten. Dass er auch stets an gewissen sekundären haftet, kann man nicht behaupten, abgesehen von den Raseneisenstein-Böden, bezw. den diluvialen und alluvialen Thonböden.

Bedeutungsvoller ist unsere vorliegende Frage für die wichtigsten Pflanzennährstoffe Stickstoff, Kalk, Magnesia, Phosphorsäure und Kali.

Der **Stickstoffgehalt** eines Bodens hängt vornehmlich vom Humusgehalt desselben ab und in nur sehr geringem Grade von dem Absorptionsvermögen desselben für Ammoniak und von den etwa vorhandenen Salpeterverbindungen. Da nun der Humus sehr verschieden und willkürlich den Böden der einzelnen Formationen beigemengt worden ist, so wird auch nur dort ein höherer Stickstoffgehalt geologisch zu erwarten sein, wo das Muttergestein viel organische Substanz enthält. Das ist bei den vorliegenden Böden der Fall im Lias (0,139 %), im Kohlenkeuper (0,267 %) und tertiären Braunkohlensand (0,240 %). Bezüglich der Liasböden ist noch darauf aufmerksam zu machen, dass sie in Deutschland sich vielfach als eingesunkene Wiesenthäler darbieten, die nun in Folge Jahrhundert alter, durch Bodenfeuchtigkeit begünstigter Grasvegetation in ihrem Stickstoffgehalt meist sehr gefördert sind.

Bei den sekundären Böden ist dagegen in keiner Weise zu konstatiren, dass die eine oder andere Bodenart stets einen hohen Stickstoffgehalt aufweist. Da giebt es humusreiche diluviale und alluviale Sandböden mit hohem Stickstoffgehalt, und humusarme mit niedrigem, und ganz dasselbe ist bei den diluvialen und alluvialen Thon-, Lehm- und Mergelböden der Fall.

Dass die ausgesprochenen Humusböden, wie die Schwarzerde, die Moor- und Torfböden auch stets stickstoffreich sind, bedarf wohl keiner besonderen Besprechung.

Was den **Kalk- und Magnesia**-Reichthum der Böden betrifft, so ist derselbe abhängig vom Muttergestein derselben, von ihrer klimatischen Lage (arid oder humid) und von ihrer Verwitterungsstufe. Auf den vorliegenden Tabellen zeichnen sich durch sehr guten (2 %) und reichen (> 5 %) Kalk + Magnesia-Gehalt aus die nachfolgenden Böden:

im **Alluvium** der Sandboden von Kessenich	mit	4,3 %
„ **Diluvium** der Lössboden von Endenich	„	4,8 „
in der **Kreide** der Kreidemergelboden von Coesfeld	„	4,3 „
„ „ „ „ Gaultmergelboden von Ochtrup	„	23,6 „
„ „ „ „ Gaultthonboden von Altenbeken	„	17,1 „
„ „ **Trias** der Malmboden von Neesen	„	6,7 „
„ „ „ der Muschelkalkboden von Osnabrück	„	4,1 „
im **Zechstein** der Thonboden von Obermarsberg	„	4,6 „
„ **Rothliegenden** der Lehmboden von Kreuznach	„	2,2 „
„ **Devon** der Grauwackelehmboden von Oberlahnstein	„	3,9 „
(„ **Basalt** der Thonboden von Rolandswerth	„	1,6 „)
(„ **Diabas** der Thonboden von Kalterhaus	„	1,8 „)

Hiernach sollte man annehmen, dass die Kalkstein- und Mergelböden aller Kalk-

formationen am Kalk- und Magnesia-reichsten sind. Das trifft auch im Allgemeinen zu, nur ist es häufig der Fall, dass die obersten Schichten solcher Böden durch Auswaschungen ihres Kalkgehaltes bereits beraubt sind. Das haben die Arbeiten von Dr. Lüdecke (1892) und Dr. Fülberth (1894) über Muschelkalkböden deutlich erwiesen und ist auch besonders charakteristisch zu ersehen auf den Senonböden des westfälischen Hochlandes.

Ausserdem ist hier zu berücksichtigen, dass die Kalkschichten nicht immer vollständig die Formation ausmachen, deren Namen sie tragen. So giebt es besonders in der Kreideformation auch kalkarme Thon- und Sand-Ablagerungen beträchtlicher Stärke und Ausdehnung, deren Böden recht Kalk- und Magnesia-arm sind.

Man darf daher nicht ohne Weiteres jeden Boden, der der Kreide, dem Jura, dem Muschelkalk u. s. w. angehört, als reich an Magnesia und Kalk ansprechen, sondern in jedem einzelnen Falle ist die Beschaffenheit des Muttergesteins und der Grad der Auswaschung zu berücksichtigen. Das ist natürlich auch bei tertiären und diluvialen Böden nicht ausser Acht zu lassen.

Alluviale Böden können je nach ihrer Entstehung und ihrem Alter bald kalk- und magnesiareich, bald arm sein. Der Poppelsdorfer Versuchsfeldboden ist in früherer Zeit in der Oberkrume sehr viel reicher an Kalk gewesen als heute. Die in etwa $2^1/_2$ m Tiefe in ihm vorkommenden grossen Mengen Kalkkonkretionen nierenartigen Aussehens weisen darauf hin, ebenso der in den 5 Profilen nach unten zu stets anwachsende Kalk- und Magnesiagehalt. Das ist der Fall, obgleich die Niederschläge im Poppelsdorfer Versuchsfelde im Mittel nur 560 mm im Jahre betragen, und somit weit hinter dem in Deutschland vorliegenden Mittel zurückbleiben. Man ersieht hieraus, dass die Kalkauswaschungen aus der oberen Bodenkrume sehr intensiv und schnell vor sich gehen, denn der Poppelsdorfer Versuchsfeldboden ist ein noch sehr junges Land, dessen Alter wohl kaum höher als auf 2—3000 Jahre zu schätzen ist.

In aviden Gegenden finden sich dagegen nur geringe oder gar keine Differenzen zwischen Kalk- und Magnesiagehalt der oberen und unteren Schichten. Das lehrt die Untersuchung zahlreicher Steppen- und Wüstenböden namentlich des Westens von Nordamerika.

Es erübrigt noch das Verhältniss der Kalk- und Magnesia-Mengen zu einander im Boden zu besprechen. Dr. Phipson hat einmal für alte Zuckerrohrböden Jamaikas die Behauptung aufgestellt, dass die Böden als an Kalk erschöpft anzusprechen seien, wenn ihr Gehalt an Kali auf 0,1 % zurückgegangen sei und nicht mehr als $^1/_3$ des Magnesiagehaltes beträgt. Die Untersuchung von 4 Böden derselben Pflanzung in Demarara seitens desselben Forschers ergab bei Böden, die

	10—15 Jahre in Kultur		mehr als 60 Jahre in Kultur	
	a.	b.	c.	d.
% an Kalk	0,44	0,64	0,11	0,40
„ „ Magnesia	0,32	0,50	0,36	0,51

Diese Ziffern zeigen, dass die Magnesia weit weniger der Verminderung im Kulturboden ausgesetzt ist, als der Kalk, und dass sie nur auf erschöpften Böden an Menge

den Kalk übertrifft. In den vorliegenden Bodenprofilen ist nun der Gehalt an Magnesia auf den Vergleichstafeln ein sehr verschiedener, am geringsten im Carbon-Sandboden von Ratingen, 0,017 %, am höchsten im Gaultmergelboden von Ochtrup, 4,572 %, im allgemeinen hält er sich zwischen 0,2—0,4 %.

Es zeigen nun die Analysen-Tabellen, dass wie der Kalk auch die Magnesia ziemlich regelmässig in den tiefern Schichten zunimmt, — es sei denn, dass der Boden sehr ungleichmässig geschichtet ist, — jedoch nicht in dem Grade, wie der Kalk. Es kommt selten vor, dass in den unteren Schichten mehr als die dreifache Menge Magnesia vorhanden ist, als in der oberen, während diese Erscheinung beim Kalk eine sehr häufige ist, namentlich in den Böden des Mesozoischen. Sehr lehrreich ist es nun, dass in dem alten Kulturboden des Poppelsdorfer Versuchsfeldes ähnlich wie im alten Zuckerrohrland in Demarara der Magnesiagehalt den Kalkgehalt in nahezu allen Schichten der 5 Profile bei weitem übertrifft, und zwar etwa um das $1^1/_3$ bis 2fache, auch beim alten Weinland von Caub trifft dieses zu, während sonst der Kalkgehalt fast durchweg den Magnesiagehalt bei weitem überragt. Es scheint daher berechtigt zu sein, aus den Mengenverhältnissen von Kalk zu Magnesia zu einander gewichtige Schlüsse zu ziehen über den Grad der Erschöpfung eines Bodens.

Dass im Allgemeinen Kalk- und Magnesiagehalt im Boden oder in den Schichten eines Profils miteinander korrespondiren, kann aus den Analysentabellen nicht gefolgert werden, wenngleich auch sehr häufig das Ansteigen des Kalkgehaltes in den untern Schichten von dem Ansteigen des Magnesiagehaltes begleitet wird, namentlich in den mesozoischen Böden.

Die **Phosphorsäure**. Da die Phosphorsäure von allen Pflanzennährstoffen am wenigsten der Auswaschung aus dem Boden unterliegt, so wird ihr Vorkommen und ihre Menge fast ausschliesslich von der Beschaffenheit des Muttergesteins abhängig sein, aus welchem ein Boden hervorgegangen. Hiernach wird der Phosphorsäure-Gehalt in denjenigen Böden am höchsten sein müssen, deren Muttergestein reich an Apatit ist. Das sind besonders die Böden des Basalt, Diabas und einiger archäischer Gesteine, deren Formationen in den vorliegenden Profilen nicht vertreten sind. Aber auch solche Schichtengesteine, welche frühere skelettreiche Vertreter der Thierwelt eingebettet enthalten, wie die grossen Saurier, oder starkknochige Säugethiere, bieten die Möglichkeit, phosphorsäurereiche Böden zu liefern. So wird man solche im unteren Jura, namentlich, wenn er Posidonienschiefer enthält, auch in gewissen Schichten der Kreide und des Tertiärs erwarten können. Wie stimmen zu dieser Theorie die Analysen-Ergebnisse? Sie liefern den Beweis dafür!

Es enthält in den verschiedenen Schichten und an Vergleichswerth der:

	1.	2.	3.	4.	Vergleichswerth
Basaltboden	0,041	0,160	0,219	0,221 %	0,122 %
Diabasboden	0,209	0,147	0,097	0,073 „	0,158 „
Liasboden	0,047	0,192	0,186	0,196 „	0,119 „
Grünsandmergelboden	0,053	0,047	0,048	0,546 „	0,134 „

Aber auch noch andere primäre Böden weisen einen hohen Gehalt an Phosphorsäure auf. Es hat in seinen Schichten:

	in 1.	2.	3.	4.	Vergleichswerth
der Lehmboden des **Rothliegenden**	0,171	0,136	0,117	0,136%	0,151%
„ Schieferboden des **Devon**	0,235	0,284	0,290	0,305 „	0,264 „
„ Lehmboden des **Devon**	0,192	0,175	0,146	0,084 „	0,164 „
„ Thonboden des **Muschelkalks**	0,115	0,119	0,118	0,115 „	0,116 „

In diesen Böden findet sich durchweg ein hoher Gehalt an Eisenoxyd, mit dem der hohe Phosphorsäuregehalt korrespondirt. Der Eisenoxydgehalt beträgt im Boden des Rothliegenden 2,2—3,2%, des Devonschiefers 4,8—6%, der Devongrauwacke 2,1—4,2%, und des Muschelkalkes 3,4—5,2%.

Demgegenüber zeigen die sekundären Böden durchweg einen kaum mittleren bis geringen Gehalt an Phosphorsäure, also unter 0,1%, insbesondere auch die des Poppelsdorfer Versuchsfeldes.

Was die Vertheilung der Phosphorsäure in den einzelnen Schichten betrifft, so ist nirgends irgendwelche Regelmässigkeit zu konstatiren, bald weisen die untern, bald die obern mehr Phosphorsäure auf. Wenn der Versuchsfeld-Boden in Poppelsdorf in der Oberkrume reicher daran ist, als in den untern Schichten, so ist die reiche Phosphorsäure-Düngung der letzten 3—4 Jahrzehnte vermuthlich die Erklärung dafür.

Weniger sicher ist der **Gehalt des Bodens an Kali** zu prognosticiren. Zwar wissen wir durch die Erfahrung bereits, dass unter den quartären Böden magere Sand- und Moor- und Torfböden ärmlich im Kaligehalte sind, dass Lehm- und Thonböden daran reicher. Es hängt dieses sowohl mit dem grösseren Absorptionsvermögen für Kali seitens letzterer Böden zusammen, wie auch mit ihrem grösseren natürlichen Reichthum an diesem Stoff. Aber über die primären Böden sind wir in Rücksicht auf die Formation in dieser Beziehung noch wenig aufgeklärt. Ebenso ist auch über die Vertheilung des Kalis in den verschiedenen Schichten noch nichts Näheres bekannt. Nach den vorliegenden Analysentabellen zeigen nun die Böden der Eruptivgesteine, sowie die Böden des Paläozoischen mit Ausnahme des Carbon-Sandbodens von Ratingen und des Quarzit-Sandbodens von Bingen, sowohl im kalten wie heissen Salzsäure-Auszuge einen guten bis reichen Gehalt an Kali. Weit zurück stehen dagegen die Böden des Mesozoischen, von denen nur ein einziger, der Gaultthonboden von Altenbeken, im kalten Auszuge den Mittelwerth von 0,1% im Vergleichswerthe ganz wenig übersteigt. Und geradezu mager im Kaligehalt erscheinen namentlich im kalten Salzsäure-Auszug nahezu sämmtliche känozoischen Böden. Ein Blick auf die Vergleichswerthe lässt dieses sofort erkennen. Zwar ändert sich das Bild, wenn man die Vergleichswerthe des heissen Salzsäure-Auszuges heranzieht. Stellt man hierbei 0,200% als Mittelwerth auf, so sind zunächst sämmtliche Böden des Poppelsdorfer Versuchsfeldes als über Mittel zu bezeichnen, von den andern känozoischen Böden dagegen nur die alluvialen Böden von Horbell und der Lössboden von Endenich, während die andern mehr oder minder erheblich abfallen, weil es ziemlich reine Sandböden und Thonböden sind. Von den mesozoischen Böden ist im heissen Salzsäure-Auszuge gleichfalls unter Mittel der Wealden-Thonboden von Röcke, der Lias-Thonboden von Hellern, der Keuper-Thonboden von

Vlotho und der Buntsandsteinboden von Roggendorf, während die 7 andern Böden über Mittel ausfallen. Zu hoher Sand- und zu hoher Thongehalt haben bei jenen Böden den Kali-Mangel zur Folge. Nahezu glänzend stehen dagegen im heissen Auszuge die Verwitterungsböden des Paläozoischen da, 0,25—0,4 % im Vergleichswerth, nur fällt auch hier der Carbonsandboden von Ratingen mit 0,085 % erheblich ab und nicht ganz so sehr der Quarzitsandboden von Bingen mit 0,151 % Vergleichswerth.

Ausserordentlich hoch ist schliesslich der Kaligehalt im heissen Auszuge im Basaltboden und Diabasboden, 0,482 % bezw. 0,300 % im Vergleichswerth.

Das Ergebniss dieser Betrachtungen ist, dass zunächst alle extremen Sand- und Thonböden arm sind an Kali, mögen sie primär oder sekundär sein, und dass ferner mit jener Ausnahme die primären Böden durchweg reicher sind an Kali, wenigstens, was den heissen Auszug betrifft, als die sekundären; am reichsten sind die paläozoischen Böden. Das letztere ist für die rheinische Landwirthschaft besonders erfreulich. —

In der Art der Vertheilung des Kalis auf die einzelnen Schichten ist weder im kalten noch im heissen Salzsäure-Auszuge eine bestimmte Regelmässigkeit zu erkennen. Ob das Zufall ist, oder ob bis zu einem gewissen Grade die Bestimmungsmethode des Kalis dafür mit verantwortlich zu machen ist, wage ich zur Zeit noch nicht zu entscheiden. Jedenfalls ist die Kali-Untersuchung die schwierigste in der ganzen Bodenanalyse und die Grenzen der Analysen-Fehler sind hier erlaubter Weise grösser, als anderswo. Es sind daher die Ziffern der zweiten Decimale bereits mit Vorsicht aufzunehmen. Wo es sich um grosse Mengen Kali handelt, wie z. B. in den Düngemitteln, genügt die Analysen-Methode durchaus, wo es jedoch fast ausschliesslich nur auf Zehntel oder Hundertstel Procente ankommt, ist sie nicht scharf genug. Gerade weil in den vorliegenden Untersuchungen mit der allergrössten Sorgfalt und Kontrolle gearbeitet wurde, und der Analytiker Herr Dr. Mehring volle 4 Jahr hindurch sich in der Hauptsache nur mit Bodenanalysen beschäftigt hat und somit in denselben eine besonders grosse Erfahrung sammelte, halten wir uns zu dieser Kritik der Methode berechtigt. Die Ausfindung einer bessern, nach der wir vergeblich gestrebt, wäre ein sehr verdienstvolles Werk.

So ist denn der Vergleich der einzelnen Formationen in Rücksicht auf den Stoffgehalt ihrer Böden doch nicht ganz so ergebnisslos ausgefallen, wie es mir selbst anfänglich beim flüchtigen Ueberblick über die Analysen-Tabellen schien. Manches ist erklärt, was früher nur angenommen wurde, anderes ist von Neuem bestätigt, was wissenschaftlich bereits fest stand, und dazu sind auch einige neue wissenschaftliche Fortschritte zu verzeichnen. Es bleibt einer Kontrolle durch Analysirung neuer Bodenprofile vorbehalten, systematisch weitere Klärung und Bestätigung der vorliegenden Ergebnisse zu bringen.

Sind Kataster-Bonität und chemische Bonität kongruent?

Das war die andere Frage, welche die Analysen klären sollten. Bereits seit dem Jahre 1895 habe ich mich damit beschäftigt und die Mittheilung Nr. 4 aus dem Versuchsfelde der landwirthschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf:

„Die chemische Untersuchung des Bodens und ihre Bedeutung für die Bonitirung des Ackers in der Feldmark Remagen“ *)

war das erste Ergebniss dieser Studien, das, weil es günstige Resultate ergeben hatte, zu einer Fortsetzung der Arbeiten ermunterte.

Ich halte es für zweckmässig, diese kleine Studie hier wiederzugeben, einmal um das ganze Analysen-Material gesammelt in einem Werke bei einander zu haben und sodann zum Zweck des bessern Verständnisses für diese wichtige Frage. Kleine Wiederholungen bitte ich dabei zu entschuldigen! Es möge daher zunächst der Abdruck der Mittheilung Nr. 4 des Versuchsfeldes folgen unter der Ueberschrift:

Die Remagener Kataster-Studie.

Als Liebig die mineralische Ernährung der Culturpflanzen aufgeklärt und seine Theorien über den Ersatz der Nährstoffe und die Erschöpfung derselben im Boden vorgeführt hatte, begann sich die Bodenchemie zu entwickeln. Man forschte nach dem Gehalt des Bodens an Pflanzen-Nährstoffen, und zahlreiche Bodenanalysen aus jener Zeit zeugen von dem Eifer, mit welchem man diese Frage behandelte. Es war indessen damals die Chemie noch nicht so weit vorgeschritten, Bodenanalysen mit jener Korrektheit auszuführen, welche ein klares Bild über den Nährstoffreichthum des Bodens gewährt, wie er für das Pflanzenwachsthum in Betracht kommt.

Die Pflanzen-Nährstoffe, welche der Boden enthält, unterscheiden sich in solche, welche den Pflanzen direct zugänglich (direct assimilationsfähig) sind, und solche, welche erst durch langwierige Verwitterungs-Prozesse den Pflanzen assimilationsfähig gemacht werden können. Dieses übersah man früher und daher glaubte man damals, einen Boden chemisch genügend charakterisirt zu haben, wenn man ähnlich wie bei der Gesteinsanalyse, die Gesammtmenge der Pflanzen-Nährstoffe feststellte, welche er überhaupt enthält. Nun aber kann ein Boden sehr reich sein an Pflanzen-Nährstoffen, wenn sich dieselben jedoch in einer zu festen Verbindung befinden, so hat die Pflanze, welche auf dem Boden angebaut wird, wenig Vortheil davon und lohnt gar trotz des Bodenreichthums noch eine Mineralstoff-Düngung mancher Art. Wenn z. B. die Phosphorsäure an einen reichen Vorrath von Eisen- und Thonerde im Boden gebunden ist, so ist sie den Pflanzen sehr schwer zugänglich.

Dieses hatte man, wie gesagt, früher nicht erkannt. Auch heute sind wir noch nicht im Stande, bei einer Bodenanalyse anzugeben, wie viel von der Gesammtmenge an Pflanzen-Nährstoffen der Pflanze direct assimilationsfähig ist und wie viel nicht. Wir können das um so weniger beurtheilen, als wir noch nicht genügend seitens der Pflanzenphysiologie aufgeklärt sind, in welcher Weise die verschiedenen Culturpflanzen

*) Gleichzeitig erschienen in der Schlesischen landwirthschaftlichen Zeitung „Der Landwirth“ Jahrgang 1896, Nr. 75.

mit ihren verschieden gearteten Wurzelsystemen durch Ausscheidung von Säften daran betheiligt sind, die Pflanzen-Nährstoffe sich assimilationsfähig zu machen. So haben wir z. B. erfahren, dass gerade diejenigen Pflanzen, welche diesen oder jenen Stoff in grosser Menge in ihrer Asche aufweisen — ich nenne die Rüben und Kartoffeln mit ihrem Kalireichthum in der Asche, — dass gerade diese Pflanzen eine Düngung mit dem betreffenden Stoffe sehr häufig nicht lohnen. Und auf der anderen Seite lohnt sich eine solche Düngung bei Pflanzen, welche den betreffenden Stoff nur in geringer Menge in der Asche erkennen lassen. Es haben eben jene Pflanzen eine weit grössere Befähigung, sich den betreffenden Stoff vielleicht vermittelst ihrer Wurzelausscheidungen oder auch dank der eigenartigen Gestaltung ihres Wurzelsystems anzueignen, als die andern. Es hängt daher jedes Mal auch von der Pflanzenart ab, wie hoch die Menge der assimilationsfähigen Stoffe im Boden anzusetzen ist.

Nicht minder muss hier auch das Klima gewürdigt werden. In feuchteren Gegenden gehen die Verwitterungsprocesse intensiver vor sich, ebenso dort, wo der Boden viel Kohlensäure und Humussäuren producirt; hier wird daher alljährlich eine weit grössere Menge der Gesammtnährstoffe des Bodens assimilationsfähig, als dort, wo entgegengesetzte Verhältnisse vorliegen.

Aus alledem geht hervor, dass es ein vergebliches Bemühen der Boden-Chemie ist, *ein* Lösungsmittel ausfindig zu machen, welches in seiner Einwirkung auf die Ackererde angiebt: so viel Stoffe stehen den Culturpflanzen auf diesem Acker direct zur Verfügung! Es mag vielleicht in späteren Jahrzehnten möglich sein, für die eine oder andere Culturpflanze, für trockenes oder nasses Klima diese Frage zu beantworten; heute sind wir dazu noch nicht im Stande.

Was wir jedoch heute bereits können, ist, uns *bis zu einem gewissen Grade* darüber aufzuklären, wie es mit denjenigen Pflanzen-Nährstoffmengen in einem Boden bestellt ist, welche *vermuthlich* für das Pflanzenwachsthum bereits von Belang sind. Und wir thun dieses, indem wir den Boden mit kalter Salzsäure extrahiren und alle jene Pflanzen-Nährstoffe bestimmen, welche in diesem kalten Salzsäure-Extract aus dem Boden ausgezogen werden. Diese Methode der Bodenanalyse hat sich vielfach eingebürgert und wenn sie uns auch nicht direct Alles beantwortet, was wir über das Nährstoffbedürfniss eines Bodens wissen müssen, so giebt sie uns doch gewichtige Fingerzeige betreffs desselben. Sie belehrt uns einmal, ob sich im Boden Mangel an einem wichtigen Nährstoff befindet, z. B. an Kali oder Phosphorsäure oder Kalk, ferner ob irgend einer derselben in reicher Menge in demselben vorhanden ist, ob alle Pflanzen-Nährstoffe gleichmässig und normal vertreten sind und ob Pflanzengifte im Boden vorliegen, z. B. Eisenoxydul oder zu reiche Mengen von Salzen.

Man pflegt bei dieser Untersuchungsmethode die Feinerde des Bodens, d. h. jenen Bestandtheil des Bodens, welcher durch ein 2 mm-Sieb, nach andern durch ein 3 mm-Sieb, gefallen ist, zu analysiren, indem man ein bestimmtes Quantum Feinerde mit einer bestimmten Menge kalter Salzsäure übergiesst, 48 Stunden ausziehen lässt und nun die Menge der Pflanzen-Nährstoffe in dem Salzsäure-Extract bestimmt. Andere wenden auch heisse Salzsäure zum Extrahiren an, lassen dieselbe jedoch eine kürzere Zeitdauer auf den Boden einwirken.

Ueberall, wo Bodenanalysen aufgeführt werden, ist es nun nöthig, darauf Acht zu geben, nach welcher Methode dieselben gewonnen sind. Es sind nur solche Analysen-Resultate mit einander vergleichbar, welche nach derselben Methode gewonnen wurden. Und es ist ferner gut, wenn der Landwirth, welcher Bodenuntersuchungen vornehmen lässt, darauf hält, dass ihm das Resultat aus kaltem salzsaurem 48stündigem Auszuge angegeben wird, da nach dieser Methode am sichersten und am meisten analysirt wird.

Seit der Uebernahme der Direction des akademischen Versuchsfeldes in Bonn bin ich damit beschäftigt, über die chemische Zusammensetzung des Bodens zu forschen. Eine sehr grosse Anzahl tropischer Böden ist in meinem Laboratorium auf ihren Anbauwerth chemisch geprüft worden und diese Untersuchungen förderten unter Anderm das praktisch werthvolle Ergebniss, dass z. B. die Böden des Kamerungebirges sich durch einen selten hohen und vielseitigen Nährstoffreichthum auszeichnen, so dass sie zu den werthvollsten Böden der Tropen zählen und uns einen kaum erschöpfbaren Schatz der natürlichen Fruchtbarkeit darbieten.

Es sind indessen auch die Böden der heimischen Landwirthschaft nicht vernachlässigt worden und auch hier sind Resultate gefördert, welche für die Praxis von Bedeutung sind.

Um sie besser zu verstehen, ist es nöthig, auf ähnliche Arbeiten zurückzugreifen! Es hatte bereits in der Mitte der 80er Jahre Professor Dr. Thoms in Riga durch eine grosse Zahl von Analysen, 142 der Ackerkrume und 142 des dazu gehörigen Untergrundes, nachgewiesen, dass in Livland, im Dorpater Kreise, die Bonität des Ackerlandes im directen Zusammenhange steht mit dem Reichthum des Bodens an den wichtigsten Pflanzen-Nährstoffen. So hatte er gefunden, dass der beste, mittlere und schlechteste Boden im Durchschnitt der 142 Doppel-Untersuchungen folgenden Nährstoffgehalt aufwies:

Dorpater Kreis.

	Bester Boden.		Mittlerer Boden.		Schlechtester Boden.	
	Krume.	Untergrund.	Krume.	Untergrund.	Krume.	Untergrund.
Durchschnittsertrag pro Lofstelle:	12,1 Lof.		9,4 Lof.		7,5 Lof.	
Gehalt an:	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.	pCt.
Kalk	0,336	1,352	0,214	0,265	0,165	0,371
Phosphorsäure	0,152	0,119	0,113	0,084	0,089	0,067
Kali	0,157	0,168	0,138	0,158	0,115	0,144
Humus (Glühverlust) .	4,84	3,00	4,73	1,91	4,72	2,29
Stickstoff	0,179	0,059	0,166	0,046	0,159	0,056
Ammoniak-Absorption .	32,00	28,29	30,28	29,96	30,37	28,13

Die Tabelle zeigt deutlich, dass die analytisch ermittelten, also in objectiver Weise gefundenen Mengen an Pflanzennährstoffen ausgesprochene Beziehungen zur Bodenqualität aufweisen!

Es ist klar, dass solche directe Beziehungen nur dort scharf zu Tage treten können, wo man es in ausserchemischer Hinsicht mit durchaus gleichartigem Bodenmaterial zu thun hat, wo also geologischer Charakter, klimatische Lage, mechanischer und physikalischer Charakter, bakteriologische Beschaffenheit im Boden ganz oder nahezu gleich sind. Wo dies der Fall ist, wird der Unterschied in der Boden-Bonität auf die verschiedene chemische Zusammensetzung des Bodens zurückzuführen sein!

Zur Prüfung der Thoms'schen Untersuchungsergebnisse und der Frage nach dem Werth der Bodenanalyse bei der Bonitirung des Ackers wählte ich eine Bodenfläche, welche äusserlich eine grosse Gleichmässigkeit aufweist und gleichwohl bei der Bonitirung in ihren einzelnen Theilen eine grosse Anzahl von verschiedenen Ackerklassen ergeben hatte. Diese Verhältnisse boten sich in der *in der Rheinebene gelegenen Feldmark des Ortes Remagen.* Dieselbe stellt Alluvium des Rheines dar, welches in seinen oberen Lagen mit Alluvium aus dem Gebiete der Ahr, welche die vulkanische Eifel durchschneidet, durchsetzt ist. Dieses Alluvium ist zwar nicht überall in seiner mechanischen Zusammensetzung gleichmässig; auch der Untergrund ist mannigfaltig. Bald überwiegt ein lehmiges, bald ein sandig lehmiges, bald ein lehmig sandiges, bald ein sandiges Bodenmaterial, aber die so wichtigen Feuchtigkeitsverhältnisse und das Klima zeigen in der ganzen Fläche eine grosse Gleichmässigkeit.

Es waren hier bei der Bonitirung 7 Ackerklassen aufgestellt, die 8. fehlt. Von einer jeden wurde ein 1 m tiefes Profil ausgehoben, welches ich auf der landwirthschattlichen Ausstellung in Köln 1895 in 13 cm weiten Glascylindern zur Anschauung brachte. Die oberste Schicht bis 0,25 cm Tiefe, sowie der Untergrund in 75 bis 100 cm sind analysirt worden und es ergab sich nachfolgendes, sehr lehrreiches Resultat:

Die Remagener Bonitäts-Klassen.*)

(Kalter 48stündiger salzsaurer Auszug der Feinerde; Salzsäure = 1,15 specifisches Gewicht.)**)

Klasse:	I.		II.		III.		a IV. b				V.		VI.		VII.	
Bezeichnung:	Gartenboden u. Gemüseland.		Weizen und-Roggenland.		Roggen- und Weizenland.		Roggen- und Haferland.		Roggen- und Haferland.		Roggen- und Kartoffelland		Roggen- und Haferland.		Roggen- und Kartoffelland.	
	Krume 0—25 cm	Untergrund 75—100 cm	Krume 0—25 cm	Untergrund 75—100 cm	Krume 0—25 cm	Untergrund 75—100 cm	Krume 0—25 cm	Untergrund 75—100 cm	Krume 0—25 cm	Untergrund 75—100 cm	Krume 0—25 cm	Untergrund 75—100 cm	Krume 0—25 cm	Untergrund 75—100 cm	Krume 0—25 cm	Untergrund 25—50 ***) cm
in pCt.																
Feuchtigkeit	4,797	2,620	3,334	3,504	2,013	4,020	2,464	5,750	1,949	2,060	2,207	2,021	1,608	2,221	1,509	1,200
Humus (Glühverlust) .	5,259	2,500	2,467	3,901	2,812	2,780	3,425	2,850	2,810	2,420	2,718	2,650	2,572	2,400	1,651	0,500
Stickstoff	0,106	0,097	0,091	0,082	0,088	0,034	0,082	0,030	0,101	0,026	0,100	0,021	0,049	0,020	0,070	0,020
Kalk	1,684	0,583	0,242	0,394	0,325	0,302	0,212	0,191	0,125	0,214	0,052	0,223	0,077	0,232	0,282	0,068
Magnesia	0,863	0,635	0,468	0,728	0,528	0,643	0,479	0,598	0,473	0,503	0,423	0,673	0,375	0,689	0,355	0,288
Phosphorsäure	0,297	0,251	0,202	0,118	0,113	0,071	0,113	0,095	0,113	0,107	0,114	0,109	0,079	0,102	0,098	0,047
Kali	0,136	0,137	0,128	0,108	0,101	0,050	0,108	0,048	0,068	0,040	0,058	0,040	0,071	0,029	0,073	0,069
Eisen + Thonerde . .	4,850	4,951	4,334	7,182	4,298	6,410	4,437	7,066	4,456	7,096	3,727	7,288	3,387	5,684	2,663	2,281
Kieselsäure	0,009	0,011	0,010	Spuren	0,006	Spuren	0,001	0,011	Spuren	0,034	0,002	0,029	0,001	0,031	0,013	0,069

*) Ueber die Methode der in meinem Laboratorium geübten Bodenanalyse giebt Aufschluss: „Ueber Böden aus Kamerun, Senegambien und Ostafrika und eine verbesserte Methode der Bodenanalyse von Prof. Dr. F. Wohltmann und Dr. H. Kratz“, Journal für Landwirthschaft 1896, Seite 201 bis 224.

**) Die chemische Untersuchung der Remagener Böden wurde ausgeführt von Dr. H. Kratz.

***) Unter 50 cm Tiefe steht der Kies.

Um den Ueberblick über diese Tabelle zu erleichtern, möge in der nachfolgenden das Mittel und die Summe der wichtigsten Stoffe vorgeführt werden:

Das Mittel aus Krume und Untergrund.

	Bonitätsklasse							
	I.	II.	III.	IV. a	IV. b	V.	VI.	VII.
in pCt.								
Humus (Glühverlust)*) .	3,880	3,184	2,796	3,138	2,615	2,684	2,486	1,076
Stickstoff	0,102	0,087	0,061	0,056	0,063	0,061	0,034	0,045
Kalk	0,133	0,318	0,314	0,202	0,170	0,138	0,155	0,175
Magnesia	0,749	0,598	0,586	0,539	0,488	0,548	0,532	0,322
Phosphorsäure	0,274	0,160	0,092	0,104	0,110	0,112	0,091	0,073
Kali	0,137	0,118	0,076	0,078	0,054	0,049	0,050	0,071
Eisen + Thonerde . . .	4,906	5,758	5,354	5,751	5,776	5,508	4,535	2,472
insgesammt*)	11,181	10,223	9,279	9,868	9,276	9,100	7,883	4,234

*) In dem Original-Aufsatz liegen in diesen beiden Zahlenreihen Rechenfehler vor, so dass bei Citaten nur die hier stehenden Ziffern zu benutzen sind.

Diese Tabellen lehren mit grosser Deutlichkeit, dass in der That die Bonitirung der praktischen Landwirthe in hohem Grade im Einklang steht mit dem Ergebniss der Bodenanalyse. Stuft sich auch nicht die Menge jedes einzelnen Stoffes von der ersten bis letzten Klasse ganz gradatim ab, so erkennen wir doch aus der *Addition der wichtigsten Stoffe* eine ausserordentlich grosse Regelmässigkeit der Abstufung, insbesondere, wenn wir Klasse IVa einmal ausser Acht lassen.

Ich will noch nicht so voreilig sein, aus dem Ergebniss dieser Untersuchungen Rathschläge für die Praxis der Ackerbonitirung zu ziehen. Weitere Untersuchungen in anderen Feldmarken, welche ich bereits in Angriff genommen habe, werden darüber belehren, in wie weit die chemische Analyse des Bodens bei der Bonitirung Beachtung verdient. Sobald solche in grösserer Ausdehnung gewonnen sind, werde ich darüber weiter berichten.

Bonn, im August 1896.

Das Ergebniss der Untersuchungen der Remagener Böden forderte zu weiteren Studien heraus. Es fand zunächst eine kleine Bestätigung in den beiden ersten Bonitätsklassen des so fruchtbaren und geologisch gleichartigen Bodens der

Magdeburger Börde.

Ich verdanke die Aufnahme und Zusendung der beiden Profile der Güte des Herrn A. Riecke in Osterweddingen, nachdem ich vorher persönlich die Lage besichtigt. Die umseitige Zusammenstellung belehrt über die einzelnen Verhältnisse. Sie zeigt, dass auch hier die bessere Bonität sich durch einen höheren Nährstoffreichthum auszeichnet, wenn auch nicht durchweg in allen Fällen. Besonders auffällig ist der niedrige Phosphorsäure-Gehalt der Bördeböden, was wohl in etwas auf die reichen Körnerernten früherer Jahrhunderte bei mangelndem Stoffersatz zurückzuführen ist, im Uebrigen jedoch darthut, dass ein Boden erster Bonität doch nicht immer identisch ist mit einem in jeder Beziehung nährstoffreichen Boden.

Bis hierher wurden wir jedoch noch in dem Glauben bestärkt, dass einer hohen Katasterbonität zumal auf geologisch gleichartigen Böden auch eine hohe chemische Bonität zur Seite steht, einer niedrigen eine geringe. Diese Theorie ist jedoch nicht richtig. Sie zeigte sich zunächst als irrig bei der Untersuchung der im Kreise Köln gelegenen Alluvial-Böden der Feldmark Efferen. Auch das Ergebniss der Untersuchung dieser Böden ist bereits veröffentlicht worden und zwar 1899 in der Mittheilung Nr. 18 aus dem Versuchsfeld der landwirthschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf:

„Welche Bedeutung hat die chemische Bodenuntersuchung für die Ackerbonitirung?“)

*) Verlag von F. Telge, Schöneberg-Berlin, Hauptstrasse 22.

Magdeburger Börde-Boden

aus Osterweddingen, Kreis Wanzleben.

Kataster-Bonität:	I. Bonität.					II. Bonität				
Kulturart:	Gerste-Boden erster Klasse.									
Tiefe ca.:	0—25	25—50	50—75	75—100	*Vergleichswerth*	0—28	28—60	60—80	80—100	*Vergleichswerth*
Lufttrockne Feinerde. Gehalt in %:										
Feuchtigkeit	3,802	4,000	4,105	3,700	*3,869*	3,441	4,396	3,619	1,851	*3,365*
Glühverlust	7,266	7,528	6,648	4,752	*6,788*	5,008	4,692	3,281	4,265	*4,544*
Stickstoff	0,245	0,244	0,193	0,138	*0,219*	0,108	0,104	0,067	0,039	*0,089*
Kalter Salzsäure-Auszug.										
Eisen + Thonerde	2,567	2,833	2,800	3,102	*2,740*	2,400	2,300	3,233	3,867	*2,767*
davon Eisenoxyd	1,254	1,293	1,432	1,492	*1,330*	1,432	1,333	1,743	1,350	*1,454*
„ Thonerde	1,313	1,540	1,368	1,610	*1,410*	0,968	0,967	1,490	2,517	*1,313*
Kieselsäure	0,002	0,005	0,007	0,003	*0,004*	0,007	0,003	0,003	Spur.	*0,005*
Kalk	0,887	0,722	0,601	0,683	*0,778*	0,305	0,365	0,516	9,580	*1,896*
Magnesia	0,046	0,048	0,058	0,025	*0,045*	0,039	0,038	0,145	0,084	*0,064*
Phosphorsäure	0,073	0,060	0,051	0,079	*0,068*	0,042	0,034	0,030	0,049	*0,040*
Kali	0,073	0,074	0,071	0,084	*0,075*	0,087	0,100	0,087	0,084	*0,089*
Heisser Salzsäure-Auszug.										
Kali	0,293	0,269	0,329	0,310	*0,298*	0,320	0,232	0,315	0,184	*0,292*
Chemische Bonität.					3					4
Grundsteuer Reinertrag pro ha.	93 Mk. 84 Pfg.					82 Mk. 30 Pfg.				
Bemerkungen: (Flurlage, Besitzer etc.).	Gemeinde-Acker. Besitzer: die Gemeinde. Ebene Lage, bei 1,30 m Tiefe steht Lösslehm.					Stadtfeld. Besitzer: Frau B. Lücke. Ebene Lage, der Lösslehm beginnt bei 0,80 cm Tiefe.				
Profil in cm:	25 cm Ackerkrume 25 „ schwarzer Boden 25 „ „ „ 25 „ „ „ 100 30 desgl. darunter Lösslehm.*)					28 Ackerkrume 32 schwarzer Boden 20 schwarz, nach unten ins gelbe übergehend 20 gelber Lösslehm 100				
Mittlere Ernten DC. auf 1 ha.	40 Weizen, 40 Gerste, 40 Hafer, 200 Kartoffeln, 340—480 Zuckerrüben.					39 Weizen, 39 Gerste, 39 Hafer, 200 Kartoffeln, 340—440 Zuckerrüben.				
Düngung DC. auf 1 ha.	jedes 3.—4. Jahr 280 Stallmist, zu Rüben 5—6 Chile-Salpeter und 4 Superphosphat.					jedes 3.—4. Jahr 280 Stallmist, zu Rüben 5—6 Chile-Salpeter, 4 Superphosphat.				

*) Derselbe enthält: 8,476% CaO, 0,136% MgO, 0,190% P_2O_5, 0,052 bezw. 0,265% K_2O, 1,432% Fe_2O_3 und 2,568% Al_2O_3.

Da diese kleine Schrift manches enthält, was in dem Vorhergehenden zum Ausdruck gelangt ist, so werde ich nur das Wesentlichste derselben im Auszuge vorführen.

Die Efferener Kataster-Studie.

Die richtige Bonitirung des Ackers gehört bekanntlich zu den schwierigsten Aufgaben der landwirthschaftlichen Praxis wie Wissenschaft. Neben den rein natürlichen Grundlagen des Bodens und Klimas kommen dabei sowohl lokal- wie volkswirthschaftliche Verhältnisse in Frage und das alles in einer derart ineinandergreifenden, sich mehr oder weniger gegenseitig bedingenden oder auch wechselwirkenden Weise, dass es oft kaum möglich erscheint, die einzelnen Erscheinungen und Thatsachen für sich ziffermässig zu fassen. Und doch ist es die Aufgabe der Wissenschaft, in diesem Wirrsal der natürlichen und wirthschaftlichen Zustände einen Pfad zu weisen, dem der Ackerboniteur der modernen Wissenschaft entsprechend zur Lösung seiner schwierigen Aufgabe folgen kann.

Wir wollen hier davon absehen, die lokal- und volkswirthschaftlichen Fragen zu erörtern — sie bilden bei der Bonitirung einen Abschnitt für sich — sondern wir beschränken uns hier darauf, die natürlichen Verhältnisse ins Auge zu fassen und unter diesen auch nur speziell die chemischen. . . . . .

Insbesondere ist nun in den älteren Taxvorschriften nirgends des **natürlichen Nährstoffkapitals** im Boden Erwähnung gethan, wie es durch die chemische Analyse ermittelt werden kann. Da nun in den letzten 15 Jahren die chemische Bodenanalyse eine praktische Bedeutung erlangt und auch in ihrer Methode sorgsame Ausbildung erfahren hat, so lag es nahe, die Frage nach der Brauchbarkeit der chemischen Bodenanalyse bei Bonitirungen zu prüfen. Zu dem Zwecke unternahm ich es, zuerst die Bonitätsklassen der im flachen Rheinthal gelegenen Feldmark Remagen im einzelnen auf ihren chemischen Nährstoffgehalt zu untersuchen. Diese Feldmark hat den Vorzug, sich durch ebene und geologisch sehr gleichartige Verhältnisse auszuzeichnen, so dass die Abstufungen der Bonitätsklasse vornehmlich durch die Verschiedenheit der im Boden vorhandenen Nährstoffmengen bedingt sein konnten, wenn solche überhaupt eine Bedeutung für die Bonitätsschätzung eines Ackers haben. Die Rheinthal-Ebene der Feldmark Remagen bot ferner neben ihrer äusseren Gleichartigkeit noch den besonderen Vorzug, dass sie erst im Jahre 1887/88 zum Zweck der Zusammenlegung neu bonitirt worden war, wobei die neueren wissenschaftlichen Erfahrungen und Lehren Berücksichtigung finden konnten. Zudem war diese Bonitirung äusserst sorgfältig durchgearbeitet worden, so dass sie im Rheinland stets als Muster hingestellt zu werden pflegt. Zeigte sich also hier, dass die durch eine praktische Bonitirung gewonnenen Bonitätsklassen merkliche Abstufungen in den chemischen Nährstoffmengen aufwiesen, so durfte man hoffen, in ähnlichen Bodenlagen oder vielleicht überhaupt die chemische Bodenuntersuchung bei Bonitirungen mit heranziehen zu können, und also die schwierige Arbeit sicherer in ihrem Erfolge zu gestalten.

In der That zeigte hier denn auch die chemische Bodenuntersuchung merkliche Unterschiede im Stoffgehalt der einzelnen Klassen . . . . .

Weitere Untersuchungen liegen nun vor. Sie beziehen sich auf die Bonitätsklassen der Feldmark Efferen bei Köln. Das Ergebniss dieser Untersuchungen steht indessen nicht im Einklang mit dem von Remagen. Wir werden später die eigenartigen Gründe kennen lernen, auf welche dieses zurückzuführen ist.

Es ist zunächst noch zu bemerken, dass hier insofern eingehender untersucht wurde, als nicht nur die Oberkrume und die unterste Schicht von 75 bis 100 cm Tiefe für die Analyse herangezogen wurden, sondern sämmtliche Schichten, welche sich bei Entnahme des 1 m tiefen Profils ergaben, bezw. 4. Die Probenahme der Bodenprofile erfolgte dabei bereits nach einer Vorschrift, welche jetzt bei meinen zahlreichen Boden-Untersuchungen stets befolgt wird. . . .

Fassen wir zunächst die chemischen Untersuchungen selbst ins Auge! Die Tabelle zeigt folgendes Bild:

Die Bonitätsklassen

Bezeichnung:	Am Kirchenacker; Besitzer J. Destrée.				Am Schleifkotten; Besitzer J. Destrée.				Am Frielsweg; Besitzer J. Destrée.			
Bestand in 1897:	Weizenstoppel.				Klee.				Inkarnatklee nach Winterweizen.			
Tiefe (oberste Schicht= Tiefe der Pflugfurche):	0—25 cm	25—50 cm	50—75 cm	75-100 cm	0—31 cm	31—50 cm	50—75 cm	75-100 cm	0—23 cm	23—50 cm	50—73 cm	73-100 cm
Bestandtheile kleiner als 2 mm in Procenten:	99,111	98,405	100,000	100,000	97,726	99,536	99,778	100,000	98,798	99,476	99,748	99,922
Lufttrockne Feinerde. Gehalt in %:												
Feuchtigkeit	1,767	1,778	2,508	3,036	1,370	1,854	2,198	2,579	1,556	1,467	1,750	2,650
Glühverlust	3,702	2,571	2,725	2,541	2,992	2,202	2,458	2,565	2,719	1,888	1,703	2,300
Stickstoff	0,077	0,051	0,038	0,034	0,058	0,038	0,026	0,021	0,072	0,030	0,017	0,017
Kalter Salzsäure-Auszug:*)												
Eisen und Thonerde .	2,689	3,097	4,192	4,684	2,640	2,687	4,051	4,466	2,609	2,557	3,249	4,397
davon: Eisenoxyd . .	1,833	1,997	2,626	2,927	1,751	1,969	2,434	2,817	1,805	1,860	2,079	2,803
„ Thonerde . .	0,856	1,100	1,566	1,757	0,889	0,718	1,617	1,649	0,804	0,697	1,170	1,594
Kieselsäure	Spuren	Spuren	Spuren	0,002	0,001	0,001	0,002	0,000	0,002	Spuren	Spuren	0,001
Kalk	0,207	0,260	0,180	0,193	0,260	0,200	0,187	0,170	0,180	0,140	0,100	0,157
Magnesia	0,211	0,235	0,231	0,231	0,159	0,171	0,214	0,151	0,154	0,125	0,167	0,275
Phosphorsäure . . .	0,094	0,070	0,064	0,066	0,077	0,063	0,066	0,058	0,058	0,060	0,068	0,070
Kali	0,074	0,082	0,091	0,074	0,051	0,048	0,042	0,045	0,052	0,058	0,066	0,068
Heisser Salzsäure-Auszug:*)												
Kali	0,194	0,211	0,243	0,305	0,238	0,259	0,252	0,267	0,189	0,198	0,213	0,228
Bonität												
a) nach d. chem. Analyse: (1. bis 8. Klasse)	5a.				5b.				6a.			
b) nach d. Katasterrolle: (I. bis VIII. Klasse)	II.				III.				IV.			
Grundsteuer-Reinertrag v. 1 ha	35,25 Thaler = 105,75 M.				29,38 Thaler = 88,14 M.				21,54 Thaler = 64,62 M.			
Bemerkungen:	Milder Lehmboden. Rübenboden I. Klasse.				Schwerer Lehmboden. Weizenboden I—2. Kl.				Lehmboden. Weizenboden.			

*) Die Zahlen beziehen sich auf die lufttrockene Feinerde (unter 2 mm). Für den kalten Auszug wurden 450 g Feinerde 48 Stunden lang mit 1½ Ltr kalter Salzsäure von spec. Gewicht 1.15 behandelt; für den heissen Auszug wurden 10 g Feinerde eine Stunde lang mit 50 cc derselben Säure auf dem Sandbade erhitzt.

Zu dieser Tabelle sind noch folgende Erläuterungen beachtenswerth: Der Acker der untersuchten Bonitäten ist bis auf Klasse VII horizontal, der der letzteren etwas hängig. Er stellt, auch die letzte Klasse, in der Oberkrume einen ausgesprochenen Lehmboden vor, der nach den unteren Klassen zu im Thongehalt abnimmt. Die Verschiedenheit der Schichtungen ist in der Oberkrume auf die Tiefe der Pflugfurche, weiter unten auf die Verschiedenheit der alluvialen Ablagerungen zurückzuführen.

Die Steuer beträgt auf 1 Thaler Grundsteuer-Reinertrag 28,79 Pfg. = 9,59755 pCt.

Die I. und VIII. Klasse fehlen in Efferen.

Ueber durchschnittliche Ernten und Düngungen wurden umstehende Angaben gemacht:

der Feldmark Efferen bei Köln.

Hahnenstrasse; Besitzer Conrad Pütz.				Auf dem Liesenberge; Besitzer Pet. Jos. Prehl sen.					Werners Kaule; Besitzer Graf von Hoensbroech.			
Kartoffeln.				Klee.					Luzerne.			
0—24 cm	24—50 cm	50—83 cm	83—100 cm	0—21 cm	21—45 cm	45—55 cm	55—72 cm	72—100 cm	0—20 cm	20—40 cm	40—60 cm	60—100 cm
98,260	100,000	100,000	100,000	96,408	100,000	100,000	100,000	91,278	86,298	90,774	88,196	41,935
1,541	2,197	2,100	1,319	1,135	1,869	0,825	1,062	1,009	1,529	1,301	1,429	0,876
2,680	2,480	2,185	1,949	2,832	2,259	1,519	2,042	1,421	3,928	2,412	2,654	1,566
0,077	0,032	0,021	0,013	0,040	0,026	0,015	0,013	0,004	0,104	0,034	0,026	0,017
2,873	4,078	4,303	3,668	2,379	3,499	2,512	3,709	2,653	3,028	2,900	3,327	2,643
1,915	2,626	2,598	2,297	1,711	2,421	1,778	2,256	1,791	1,969	1,832	2,279	1,723
0,958	1,452	1,705	1,371	0,668	1,078	0,734	1,453	0,862	1,059	1,068	1,057	0,920
Spuren	0,001	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	Spuren	0,001	Spuren	Spuren	Spuren
0,130	0,143	0,137	0,163	0,183	0,183	0,142	0,175	0,107	0,383	0,154	0,130	0,083
0,086	0,123	0,185	0,216	0,194	0,158	0,183	0,294	0,120	0,136	0,132	0,144	0,131
0,060	0,055	0,064	0,081	0,053	0,061	0,053	0,073	0,064	0,102	0,070	0,080	0,067
0,058	0,057	0,047	0,044	0,042	0,049	0,029	0,033	0,065	0,061	0,057	0,039	0,037
0,204	0,245	0,225	0,112	0,155	0,276	0,150	0,121	0,165	0,199	0,134	0,129	0,097
6a. V.				6b. VI.					5. (oberste Schicht = 4.) VII.			
14,10 Thaler = 42,30 M.				9,40 Thaler = 28,20 M.					5,48 Thaler = 16,44 M.			
Lehmboden. Weizenboden III. Klasse.				Leichter Lehmboden. Roggenboden.					Lehmboden mit kiesigem Sande (20 bis 40 cm) und Kies (40 cm und mehr) im Untergrund. Roggenboden.			

Klasse II liefert auf $^1/_4$ ha:
700 kg Weizen und Roggen,
600 „ Gerste,
800 „ Hafer,
9000 „ Zuckerrüben,
4000 „ Kartoffeln;
erhält an Düngung alle 2 bis 3 Jahre 150 dz Stalldung, sonst Superphosphat zu Zuckerrüben 200 kg.

Klasse III liefert auf $^1/_4$ ha:
700 kg Weizen,
600 „ Gerste,
900 „ Hafer,
9000 „ Zuckerrüben;
erhält an Düngung alle 2 Jahre zu Zuckerrüben 150 dz Stalldung + 100 kg Superphosphat.

Klasse IV liefert auf $^1/_4$ ha:
700 kg Weizen,
600 „ Gerste,
900 „ Hafer,
9000 „ Zuckerrüben;
erhält an Düngung alle 2 Jahre 150 dz Stalldung zu Zuckerrüben + 100 kg Superphosphat.

Klasse V liefert auf $^1/_4$ ha:
500 kg Weizen,
600 „ Roggen,
700 „ Hafer,
7500 „ Zuckerrüben,
4000 „ Kartoffeln;
erhält an Düngung alle 2 bis 3 Jahre Stalldung und zu Zuckerrüben 100 kg Chilesalpeter + 125 kg Superphosphat.

Klasse VI liefert auf $^1/_4$ ha:
475 kg Roggen,
600 „ Hafer,
3500 „ Kartoffeln;
erhält alle 2 bis 3 Jahre 150 dz Stalldung + 100 kg Superphosphat.

Klasse VII liefert auf $^1/_4$ ha:
500 kg Roggen,
600 „ Hafer,
? Kartoffeln;
erhält an Düngung alle 2 bis 3 Jahre 150 dz Stalldung.

Aus diesen Darlegungen ergiebt sich, dass die Ernten trotz der starken Stallmistzufuhren keineswegs besonders hoch und andererseits keineswegs als sehr erschöpfend anzusprechen sind, dass ferner reine Mineraldüngung nur einseitig und auch keineswegs stark stattgefunden hat, dass Stickstoffdüngung in Form von künstlichen Düngemitteln sogar eingeschränkt ist und nur im Stalldung sehr reichlich verabfolgt wird. Besonders beachtenswerth sind die reichen Stalldunggaben auf allen Bonitätsklassen, durch welche natürlich auch stets grosse Mengen Kalk, Phosphorsäure und Kali ins Land kommen; reine Kalk- und Kalidüngungen haben dagegen niemals stattgefunden.

Betrachten wir nun nach Kenntnissnahme dieser Erläuterungen die Bodenanalysen-Tabelle, so wird es wohl weniger auffällig erscheinen, dass der Nährstoffgehalt der verschiedenen Bonitäten so gleichmässig und wenig unterschiedlich erscheint. Die starken Stalldunggaben im Laufe der letzten 30—40 Jahre, welche ihre Erklärung und Rechtfertigung in dem billigen Stadtdünger des nahen Köln finden, scheinen mir vor allem die Aufklärung dafür zu geben, wenn überhaupt grosse Differenzen oder gleichmässige Abstufungen in den Nährstoffkapitalien vor der Neukatastrirung (1863) einst vorlagen.

Es wird der Ueberblick über die Analysen-Tabelle erleichtert, wenn wir wie oben die Durchschnittswerthe aus den einzelnen Schichten berechnen, oder auch die Oberkrume einmal für sich ins Auge fassen. Mag dagegen auch mancher berechtigte Einspruch geltend gemacht werden, es bleibt zur Klarstellung und auch zum zweckmässigen Vergleich der Remagener und Efferener Bonitätsklassen kein passenderer Weg über. Folgende drei Tabellen werden das Schlusswort reden:

A. Stoffgehalt der Oberkrume.

	Klasse					
	II	III	IV	V	VI	VII
Feuchtigkeit . . .	1,767	1,370	1,556	1,541	1,135	1,529
Glühverlust	3,702	2,992	2,719	2,680	2,832	3,928
Stickstoff	0,077	0,058	0,072	0,077	0,040	0,104
löslich in kalter Salzsäure: Eisenoxyd . .	1,833	1,751	1,805	1,915	1,711	1,969
Thonerde . .	0,856	0,889	0,804	0,958	0,668	1,059
Kalk	0,207	0,260	0,180	0,130	0,183	0,383
Magnesia . . .	0,211	0,159	0,154	0,086	0,194	0,136
Phosphorsäure	0,094	0,077	0,058	0,060	0,053	0,102
Kali	0,074	0,051	0,052	0,058	0,042	0,061
Kali in heisser Salzsäure löslich	0,194	0,238	0,189	0,204	0,155	0,199
Summa ausschliessl. Feuchtigkeit und Kali in heisser Salzsäure	7,054	6,237	5,844	5,964	5,723	7,742

B. Die Mittelwerthe aller Schichten.

	Klasse					
	II	III	IV	V	VI	VII
Feuchtigkeit . . .	2,272	2,000	1,856	1,789	1,180	1,284
Glühverlust	2,885	2,554	2,153	2,324	2,015	2,640
Stickstoff	0,050	0,036	0,034	0,036	0,020	0,045
löslich in kalter Salzsäure: Eisenoxyd . .	2,346	2,243	2,137	2,359	1,991	1,949
Thonerde . .	1,320	1,218	1,066	1,372	0,959	1,026
Kalk	0,210	0,204	0,144	0,143	0,158	0,188
Magnesia . .	0,227	0,174	0,180	0,153	0,190	0,136
Phosphorsäure.	0,074	0,066	0,064	0,065	0,061	0,080
Kali	0,080	0,047	0,061	0,052	0,045	0,049
Kali in heisser Salzsäure löslich . .	0,238	0,254	0,207	0,197	0,173	0,140
Summa ausschliessl. Feuchtigkeit und Kalk in heisser Salzsäure	7,192	6,542	5,839	6,504	5,439	6,113

C. Die Mittelwerthe der obersten und untersten Schicht.

	Klasse					
	II	III	IV	V	VI	VII
Feuchtigkeit	2,402	1,975	2,103	1,430	1,072	1,203
Glühverlust	3,122	2,779	2,510	2,315	2,127	2,747
Stickstoff	0,056	0,040	0,045	0,045	0,022	0,061
löslich in kalter Salzsäure: Eisenoxyd . . .	2,380	2,284	2,304	2,124	1,751	1,846
Thonerde . . .	1,307	1,269	1,199	1,165	0,765	0,990
Kalk	0,200	0,215	0,169	0,147	0,145	0,233
Magnesia	0,221	0,155	0,215	0,151	0,157	0,134
Phosphorsäure .	0,080	0,068	0,064	0,071	0,059	0,085
Kali	0,074	0,048	0,060	0,051	0,054	0,049
Kali in heisser Salzsäure löslich	0,250	0,253	0,209	0,158	0,160	0,148
Summa ausschliesslich Feuchtigkeit und Kali in heisser Salzsäure .	7,440	6,858	6,566	6,069	5,080	6,145

Aus diesen drei Stoffgehalts-Tabellen sind in der That keine erheblichen Differenzen oder gar regelmässige Abstufungen in den Bonitätsklassen zu erkennen. Zwar sind in allen drei Tabellen die Gesammtstoffmengen der Klassen II, III, IV zu einander abfallend, in Tabelle C stimmen auch die Gesammtstoffmengen von V und VI dazu, aber sonst versagt bei V, VI u. VII die Regelmässigkeit vollständig. Namentlich steht Klasse VII mit der lehmigen Oberkrume und dem aus festem Kies bestehenden Untergrund in dem Nährstoffgehalt der Oberkrume ganz exceptionell da. Die Oberkrume von VII zeichnet sich sowohl durch den höchsten Humus-(Glühverlust-)Gehalt aus, wie durch die reichsten Mengen an Stickstoff, Kalk und Phosphorsäure.

Und doch kann man nicht behaupten, dass die Aecker falsch bonitirt sind! Die Prüfung der einzelnen Klassen in Rücksicht auf ihre mechanische Beschaffenheit — so weit solche mit praktischem Augenmaass vorgenommen werden kann — und insbesondere die Unterschiedlichkeit der mittleren Erntemengen zwischen den höheren und niederen Klassen sprechen für eine im allgemeinen richtige Einschätzung. Es ist ja nun auch sehr wohl möglich, dass als die Einschätzung vor mehr denn 30 Jahren stattfand, Kalk, Phosphorsäure und Kali sich in den verschiedenen Klassen verschiedentlich oder gar abstuflich verhielten, und dass heute diese Unterschiedlichkeiten durch die mit dem Rübenbau eingeführten sehr starken Stalldunggaben bereits sehr verwischt sind.

Vergleicht man ferner die Remagener Bonitätsklassen mit den Efferenern, so erscheinen nicht nur in den Gesammtstoffmengen, sondern auch bei den einzelnen Nährstoffen grosse Unterschiedlichkeiten, vor allem zeichnen sich die oberen Klassen in Remagen gegenüber denen in Efferen durch ein weit günstigeres Nährstoffkapital aus. Es liegt hier keine Veranlassung vor, auf diese Unterschiede im Einzelnen einzugehen.

Kommen wir nun zu unserem Schlussergebniss, so möchte ich meine bis jetzt vorliegenden Erfahrungen in folgender Weise zusammenfassen:

So werthvoll ich die chemische Bodenuntersuchung halte, wenn es gilt einen Acker zu beurtheilen, ob er reich oder mittel oder ärmlich an einzelnen Nährstoffen oder an allen Pflanzen-Nährstoffen ist, ob er raubbaumässig (z. B. in den Tropen) viele Jahre lang behandelt werden kann, oder regelmässiger Düngung bedarf, ob er schädliche Pflanzengifte in Oberkrume oder Untergrund enthält, so wenig kann ich die prinzipielle Benutzung der chemischen Bodenanalyse bei Bonitirungen befürworten. Wohl mag dieselbe in manchen Fällen herangezogen werden können, um aufzuklären, wo Unklarheiten vorliegen, um Ausschlag zu geben, wo grosse Aehnlichkeiten vorliegen und man über die zu gebende Bonität schwankt. Aber ein maassgebender Faktor bei der Bonitirung kann die Bodenanalyse nicht werden.

Der Grund dafür liegt darin, dass die Bonität des Ackers weit mehr durch andere Faktoren bestimmt wird, als durch das Nährstoffkapital, welches im Boden steckt. Wäre das nicht der Fall, dann könnte man leicht z. B. aus einem Roggenboden einen Weizenboden machen, indem man ihn auf das reichlichste mit Dungstoffen versieht. Diese Maassnahme führt jedoch nicht zum gewünschten Ziel.

Wohl kann man auch auf Sandboden mit grossem Erfolg Weizen bauen, aber die Bedingung hierfür ist weniger ein hohes Nährstoffkapital im Boden, als vielmehr genügende und jederzeit sichere Feuchtigkeit im Acker, wie sie der lehmige und thonige Boden garantirt, oder, wie sie dort angetroffen wird, wo künstliche Bewässerung möglich (Egypten, Nordamerika, Indien, Australien). Die Faktoren, welche in erster Linie die Bonität eines Ackers bestimmen, sind: die mechanischen und physikalischen Verhältnisse, wobei die Feuchtigkeits-Eigenschaften des Bodens die Hauptrolle spielen, sodann die klimatischen, und bei diesen letzteren sind gleichfalls die Feuchtigkeitsverhältnisse, d. h. die Niederschläge der wesentlichste Faktor, genügende Wärmemengen natürlich vorausgesetzt. Wenn wir also die Ackerbonitirung, soweit sie eine naturwissenschaftliche ist, wissenschaftlicher gestalten wollen, so gilt es hier in erster Linie, die forschende Hand ans Werk zu legen. Die Untersuchungsmethoden, welche wir nun heute über die Feuchtigkeit und sonstige physikalische Eigenschaften des Bodens und seine mechanische Zusammensetzung haben, sind nicht durchdacht und ausgearbeitet genug, um der praktischen Bonitirungsarbeit ziffermässiges Material an die Hand zu geben; **dazu bedarf es neuer Methoden.**

Was wir durch mechanische und physikalische Untersuchungen des Bodens und durch geologische Studien und klimatische Beobachtungen feststellen, betrifft jene Zustände des Ackers, die, von der Natur gegeben, in der Mehrzahl der Fälle so hingenommen und genutzt werden müssen, wie sie die Natur uns zur Verfügung stellt, die also nie oder doch verhältnissmässig beschränkt durch die Kulturarbeit des Landwirthes verbessert werden können. Jene Zustände müssen daher die Basis für die Einschätzung bilden.

Anders verhält es sich mit dem Nährstoffkapital im Boden, dieses ist nicht stabil; wo es ungenügend, kann es geschaffen werden — andererseits jedoch, wo es in reichster Menge vorhanden, darf es bei der Werthschätzung des Bodens nicht übersehen werden.

Ich möchte nicht unterlassen, noch darauf hinzuweisen, dass einerseits die richtige Entnahme von Bodenproben manche Schwierigkeiten bereitet, und andererseits die chemische Analyse derselben grosse Unkosten, und dass auch aus diesen Gründen die Verwendung derselben bei der Bonitirung immer eine beschränkte bleiben wird. Unter besonderen Verhältnissen kann sie jedoch sehr werthvoll sein.

Bonn, im Oktober 1899.

Soweit das Referat über die Bonitätsklassen der Feldmark Efferen! welches also lehrt, dass sich hier keineswegs die Katasterbonität mit der chemischen Bonität deckt, und welches somit die Hoffnung zerstört, dass die chemisehe Analyse bei Boden-Einschätzungen eine principielle Rolle spielen kann.

Es dürfte hier noch von Interesse sein, in gleicher Weise wie früher die Stoffeinheit, bezw. den Vergleichswerth bei den Efferener Böden vorzuführen. Bei den Remagener Böden war dieses leider nicht möglich, da bei diesen nur die oberste und unterste Schicht analysirt wurden.

Die nachfolgende Tabelle giebt darüber Auskunft:

Zusammenstellung
der Stoffeinheiten bezw. Vergleichswerthe der Efferener Lehm-Böden
nach der Formel:

$$\frac{1 + \frac{(2 + 3 + 4)}{3}}{2.}$$

Bonitätsklasse:	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Zahl der Schichten:	4	4	4	4	5	4
%						
Feuchtigkeit	2,104	1,790	1,756	1,707	1,163	1,366
Glühverlust	3,157	2,700	2,342	2,443	2,321	3,070
N	0,059	0,043	0,047	0,050	0,028	0,065
Fe_2O_3	2,175	2,079	2,026	2,211	1,887	1,956
Al_2O_3	1,165	1,109	0,979	1,234	0,850	1,037
CaO	0,209	0,223	0,156	0,139	0,168	0,253
MgO	0,222	0,169	0,172	0,131	0,192	0,136
P_2O_5	0,081	0,060	0,062	0,064	0,058	0,087
K_2O, kalt	0,078	0,048	0,058	0,054	0,043	0,053
K_2O, heiss	0,223	0,249	0,201	0,199	0,178	0,160
Chemische Bonität:	4—5	5	5—6	5—6	6	4—5
Bodenart:	Rüben-Boden I. Klasse.	Weizen-Boden I.—II. Kl.	Weizen-Boden.	Weizen-Boden III. Klasse.	Roggen-Boden.	Roggen-Boden

Nachdem also festgestellt werden konnte, dass innerhalb eines Bonitirungsgeländes die Katasterbonität sich nicht mit der chemischen Bonität deckt, ist angesichts der Boden-Analysen der Formationen die Frage am Platze:

Wie stellt sich bei den geologischen Formationen die Katasterbonität zur chemischen Bonität?

Die Antwort hierauf lautet, dass auch hier die beiden Bonitäten keineswegs kongruent sind, vielmehr häufig ausserordentlich von einander abweichen. Sehr ist das der Fall bei den Poppelsdorfer Versuchsfeldböden, beim Buntsandsteinboden und im umgekehrten Verhältniss, dass nämlich die chemische Bonität die Katasterbonität übertrifft, beim Devon-Grauwacke-Boden und bei dem Basalt-Boden. Es werden also durch diese Untersuchungen die Ergebnisse der Katasterstudien der Efferener Böden durchaus bestätigt.

Die weitere Frage ist nun die:

Weisen die einzelnen Formationen specifische Eigenartigkeiten in der Katasterbonität auf?

Wohl kein Land der Welt hat wie Deutschland auf einer gleichen Fläche eine so grosse Zahl geologisch verschiedener Bodenarten aufzuweisen. Die grosse Mannigfaltigkeit derselben liegt nicht nur in Westdeutschland, sondern auch in Mittel- und Süddeutschland vor und es ist daher die oben aufgeworfene Frage von allgemeinstem Interesse.

In welcher Ausdehnung die Böden der verschiedenen Formationen in Deutschland vertreten sind, habe ich früher einmal versucht, so gut es möglich war, zu berechnen, und benutze diese Gelegenheit, das Ergebniss der Untersuchungen in umstehender Zusammenstellung zu veranschaulichen und weiteren Kreisen zugänglich zu machen.

Für die endgültige Beantwortung der vorliegenden Frage ist nun das vorhandene Analysen-Material natürlich zu knapp. Aber schwerlich wird man je eine bejahende Antwort in dieser Frage erzielen können, denn es liegen häufig innerhalb der einzelnen Formationen so viel verschiedene Bodenarten vor, dass sie unmöglich dieselbe Katasterbonität aufweisen können. Der Humus-, Sand-, Lehm-, Thon- und Mergel-Gehalt kann innerhalb einer Formation sehr wechseln, wenn auch in der einen mehr, in der andern weniger; die Bodenschichtungs- und Untergrundverhältnisse sind ferner innerhalb einer Formation selten überall gleichartig, die Feuchtigkeitszustände der Böden sind somit ungleichmässig, und wenn sie innerhalb einer Formation verschiedene Höhenlage haben, so kommt noch die Verschiedenheit der Niederschläge dazu. Wo einmal eine ausserordentlich grosse Gleichartigkeit der geologischen Formation vorliegt, wie z. B. im Thonschiefer des Devon, im Nodosenkalk der oberen Muschelkalkformation, im mittleren Buntsandstein, im Dogger und Malm, da können unter Umständen die Böden derselben auch sehr gleichartig sein; man kann sogar noch weiter gehen und Pa-

rallelen solcher Gleichartigkeiten an andern Orten nachweisen. In solchen Fällen wird man auch eine Gleichheit der Kataster-Bonitäten zuweilen oder häufig feststellen können. Immerhin wird dieses eine Ausnahme bilden. In der Hauptsache wird man in einer Formation wohl niemals ausschliesslich eine, sondern stets mehrere Katasterbonitäten antreffen, und zwar die meisten in den jüngsten Formationen bei den sekundären Böden. Es sind dieselben im Diluvium und Alluvium sämmtlich vertreten und häufig sogar unmittelbar neben einander, wie das Remagener Kataster dargethan hat.

Will man übrigens die Bonitäten der primären Böden, welche der gleichen Formation angehören, mit einander und die der verschiedenen Böden unter einander vergleichen, so muss man schon nach Frankreich gehen oder nach England. In Deutschland sind die Höhenlage, die klimatische Lage und die Wasserverhältnisse der Gebiete gleicher Formationen so mannigfaltig, dass man hier nur selten ein ungetrübtes d. h. vergleichbares Bild erhält.

Deutschlands Böden,

geologisch in % der Gesammtfläche.

A. Primäre (Verwitterungs-)Böden			*44,7*
1. Archäische		**2,0**	
Gneis-, Granit-, Urschiefer-Böden	2,0		
2. Paläozoische und Alt-Eruptive		**11,5**	
Cambrium- und Silur-Böden	1,0		
Devon-Böden	6,0		
Kulm- und Karbon-Böden	1,5		
Rothliegendes- und Zechstein-Böden	2,0		
Diabas-, Grünstein-, Porphyr-Böden	1,0		
3. Mesozoische		**21,5**	
Buntsandstein-Böden	6,5		
Muschelkalk- „	4,5		
Keuper- „	4,0		
Jura- „	4,0		
Kreide- „	2,5		
4. Känozoische und Jung-Eruptive		**65,0**	
Tertiär-Böden	3,0		
Basalt-, Andesit-, Trachyt-Böden	1,2		
Quartär-Böden (60,8%)			
Torf- und Moor-Böden	5,5		
B. Sekundäre (umgelagerte) Böden			*55,3*
Diluviale (Drift-)Böden	45,0		
Löss- und lössartige Böden	3,0		
Alluviale und Seeschlick-Böden	7,3		
Summa	100	100	100

Schluss.

Nach den vorhergegangenen Darlegungen könnte es den Anschein haben, als ob das Nährstoffkapital, welches im Boden steckt, bei der Beurtheilung eines Ackers, zu welchem Zwecke es auch immer sei, nur von sehr untergeordneter Bedeutung ist, und dass es überhaupt kaum erforderlich sein dürfte, besondere Rücksicht auf dasselbe zu nehmen. Ich habe meine Ansicht in dieser wichtigen Frage bereits zu Schluss der Efferener Kataster-Studie, Seite 46 und 47 angedeutet und muss darauf noch einmal zurückkommen, um einige Ergänzungen anzubringen.

Dieselben betreffen **die Bedeutung der Boden-Analyse für die Düngungslehre.**

Ohne mich hier auf eine Diskussion über die getheilten Ansichten, welche zur Zeit über den Werth der Bodenanalyse in der Düngungsfrage vorliegen, einzulassen, möchte ich hier nur hervorheben, dass ich mich im Prinzip in Uebereinstimmung befinde mit den ebenso verdienstvollen wie praktisch werthvollen Lehren Heinrich's in Rostock, dessen systematische Bodenforschungen meines Erachtens mit zu den besten Arbeiten auf dem Gebiete der Bodenlehre in den letzten 20 Jahren in Deutschland gehören. Besonders ist zu betonen, dass Heinrich die Ansprüche an das Nährstoffkapital im Boden seitens der einzelnen Kulturpflanzenarten als durchaus verschiedene hingestellt hat und sich jeder Schablonisirung fernhält*).

Ich stehe somit auf dem Standpunkt, dass die Bodenanalyse für die Düngerlehre keineswegs werthlos ist, und die vorgeführten Analysen sind im Stande, wenn auch nur theoretisch, diese Ansicht zu befestigen.

Die Untersuchungen der Bodenprofile haben gezeigt, dass der Stoffgehalt der Feinerden ein sehr wechselnder ist und dass sehr grosse Differenzen und weite Extreme vorliegen. Vergleicht man einmal das Minimum und Maximum der Nährstoffe der einzelnen Böden, zunächst in der Oberkrume und sodann in allen Schichten, so zeigt sich ein sehr lehrreiches Bild, welches ich in den beiden nachfolgenden Tabellen auf Seite 52 zusammengefasst habe.

Das sind in der That ganz ausserordentliche Differenzen, welche hier in die Erscheinung treten! Sie würden noch drastischer auffallen, wenn man eine Umrechnung der Procente auf die Mengen für den Hektar — sowohl bezüglich Oberkrume, wie bezüglich des 1 m tiefen Profils vornimmt. Doch davon sei hier abgesehen! Für denjenigen, welcher sich mit der Bodenchemie beschäftigt hat, bedarf es dessen nicht. Ausserdem wäre es mir auch nicht möglich, diese Rechnung bei den vorliegenden Böden einwandfrei vorzunehmen, da nicht überall genau festgestellt worden ist, wie hoch der Verwitterungsgrad des Bodens ist, d. h. den wievielsten Theil vom Gesammtboden die untersuchte Feinerde ausmacht. Es kam mir zunächst nur auf die Gewinnung des Profils und auf die Feinerde an, und daher unterblieb die nähere Bestimmung des feinen und groben Bodenskelettes.

---

*) „Dünger und Düngen", von Prof. Dr. Heinrich. 4. Auflage, Seite 81—83. Berlin, Verlag Paul Parey, 1899.

Die Nährstoff-Extreme in der Oberkrume

des

	Känozoikum. A I. (Versuchsfeld).	Känozoikum. A II.	Mesozoikum. B.	Paläozoikum. C.	Eruptiv. D.	**Die absoluten Extreme.**
in % bezüglich N	0,070 bis 0,099	0,055 bis 0,194	0,073 bis 0,498	0,075 bis 0,337	0,204 bis 0,226	**0,055** bis **0,498**
„ CaO	0,140 „ 0,182	0,087 „ 5,783	0,027 „ 22,067	Spuren „ 4,403	0,753 „ 1,849	**Spuren „ 22,067**
„ MgO	0,137 „ 0,422	0,028 „ 0,430	0,017 „ 0,533	0,019 „ 0,659	0,176 „ 0,574	**0,019 „ 0,659**
„ P_2O_5	0,094 „ 0,105	0,042 „ 0,133	0,018 „ 0,169	0,028 „ 0,235	0,041 „ 0,209	**0,018 „ 0,253**
„ K_2O, kalt	0,049 „ 0,081	0,027 „ 0,092	0,031 „ 0,113	0,026 „ 0,188	0,179 „ 0,212	**0,026 „ 0,212**
„ K_2O, heiss	0,170 „ 0,243	0,072 „ 0,349	0,056 „ 0,504	0,092 „ 0,466	0,241 „ 0,367	**0,056 „ 0,504**

Die Nährstoff-Extreme in den Boden-Profilen

des

	Känozoikum. A. I. (Versuchsfeld).	Känozoikum. A II.	Mesozoikum. B.	Paläozoikum. C.	Eruptiv. D.	**Die absoluten Extreme.**
in % bezüglich N	0,041 bis 0,99	0,007 bis 0,337	0,002 bis 0,498	0,008 bis 0,337	0,028 bis 0,226	**0,007** bis **0,498**
„ CaO	0,140 „ 0,444	0,031 „ 11,631	Spuren „ 35,600	Spuren „ 6,835	0,647 „ 2,400	**Spuren „ 35,600**
„ MgO	0,137 „ 0,829	0,028 „ 0,430	0,011 „ 8,610	0,014 „ 0,659	0,141 „ 0,574	**0,011 „ 8,610**
„ P_2O_5	0,064 „ 0,109	0,017 „ 0,133	0,011 „ 0,546	0,006 „ 0,305	0,041 „ 0,221	**0,06 „ 0,305**
„ K_2O, kalt	0,049 „ 0,107	0,019 „ 0,111	0,020 „ 0,116	0,019 „ 0,188	0,098 „ 0,683	**0,019 „ 0,188**
„ K_2O, heiss	0,170 „ 0,393	0,033 „ 0,403	0,056 „ 1,133	0,056 „ 0,650	0,177 „ 1,024	**0,056 „ 1,133**

Ich möchte hier bei Vorführung der Nährstoff-Extreme in den Böden nicht unerwähnt lassen, in wie hohem Grade besonders die Kalimengen im Boden reicher auftreten, wenn das Klima, welchem derselbe ausgesetzt, ein trockenes ist. So weisen z. B. die glimmerreichen Sandböden unserer Kolonie Deutsch-Süd-West-Afrika zumeist einen ganz erstaunlich hohen Gehalt an Kali auf, sowohl im heissen, wie auch im kalten Salzsäure-Auszuge; auch anderswo in ariden Gegenden ist bekanntlich die gleiche Erfahrung gemacht worden. Da dieses von grösserem Interesse ist, führe ich kurz die Untersuchungs-Ergebnisse vor, welche ich 1899 gelegentlich einer Abhandlung über die Böden Deutsch-Süd-West-Afrikas im 3. Jahrgang, Heft 3 des „Tropenpflanzers“ veröffentlicht habe:

Kali-Gehalt in Böden Deutsch-Süd-West-Afrikas.

Ort:	Aris. Fluss-Sand	Aris. Riesel-land	Nonidas.	Goanikantes.	Gross-Windhoeker Ebene.									Haris.	Hoachanas, Kalahari.
	I	II	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	20
Feinerde (< 2 mm) %:	99,8	91,8	100,0	96,7	99,1	98,9	98,9	85,1	96,6	87,2	92,9	90,7	95,2	92,2	93,4
Gehalt in %:															
Kalter Salzsäure-Auszug:															
Kali	0,356	0,242	1,295	0,942	0,616	0,705	0,609	0,173	0,566	0,268	0,742	0,522	0,430	0,339	0,097
Heisser Salzsäure-Auszug:															
Kali	0,415	0,296	1,919	1,324	0,902	0,931	1,126	0,727	1,204	0,713	1,207	0,592	0,518	0,538	0,187
Chemische Bonität der Böden (1.—8. Klasse)	5.	7.	3.	4.	4	4.	4.	5.	5.	5.	4.	5	7.	7.	8.
Bemerkungen:	sehr glimmerreich, viel Biotit.	sehr quarzreich, ungenügend in Phosphorsäure.	alkalireich, aber gut.	sehr reich an Muscovit.	sämmtlich glimmerreiche Sandböden und mit Ausnahme von Nr. 11 gute Steppenböden und Berieselungsländer.									ungenügend in Phosphorsäure.	eisenreicher Quarzsand. Unland.

Was nun die Bodenanalyse mit Sicherheit für die Düngungspraxis darthun kann, ist die Erkenntniss, ob ein Boden Ueberfluss oder Mangel hat an einem bestimmten Nährstoff, oder ob er den betreffenden Nährstoff in mittlerer Menge aufweist. Dementsprechend werden die Maassnahmen für die Düngung des Bodens, wenn auch zunächst nur versuchsweise zu treffen sein. Aber die Analyse giebt doch die Direktive!

Handelt es sich nun um Kauf oder Pacht, so wird man aus dem geringen oder hohen Gehalte des Bodens an Kalk, Phosphorsäure und Kali ohne Weiteres ersehen können, ob starke oder schwache Kälkungen — oder gar keine — erforderlich sind, und ob der Boden starke oder schwache Phosphorsäure- und Kali-Düngungen beansprucht! Diese

Kenntniss ist bei Kauf oder Pacht eines Gutes die Kosten von einem Dutzend Bodenanalysen wohl werth!

Kurzum die Bodenanalyse lässt mit Sicherheit erkennen, ob ein Boden so arm ist, dass man ihn mit Pflanzennährstoffen anreichern muss, ob er nur ersatzbedürftig ist, oder ob er reich genug ist, dass er eine Reihe von Jahren ausgebeutet werden kann, keiner Düngerzufuhr bedarf, sondern nur des Aufschlusses durch Förderung der Verwitterungsprozesse. Dieses letztere scheint mir bei mineralstoffreichen primären Böden vornehmlich der Fall zu sein. Auf diesen reicht unter Umständen eine gute Stickstoffgabe vollkommen aus, sie zu den rentabelsten Leistungen zu befähigen, oder eine zeitweise Kalkdüngung, oder ausschliessliche Stallmistdüngungen, oder häufige Beackerung mit Hülfe des Untergrundpfluges, oder Brachhaltung. Was in dem einzelnen Falle das richtigere ist, lässt sich nicht schablonenhaft bestimmen.

Um nun der Praxis einige Winke zu geben, lasse ich hier eine Aufstellung folgen, die angiebt, in welcher Weise ein Boden in Bezug auf sein Nährstoffkapital und sein Düngebedürfniss*) zu klassifiziren ist. Die prozentischen Ziffern beziehen sich auf den salzsauren Aufschluss der lufttrockenen Feinerde (< 2 mm) des Bodens und auf das in Deutschland vorliegende Klima; für kühlere oder für tropische Gegenden ist die **Skala** eine andere.

Wenn die lufttrockne Feinerde (< 2 mm) **enthält,** (nach der von mir befolgten Untersuchungsmethode)						**ist der Boden** zu bezeichnen als:
				N	> 0,3 %	**sehr reich,** raubbauzulässig;
löslich	in	kalter	Salzsäure	CaO + MgO	> 3,0 „	
„	„	„	„	P_2O_5	> 0,25 „	
„	„	„	„	K_2O	> 0,2 „	
„	„	heisser	„	K_2O	> 0,5 „	
				N	0,2—0,3 %	**reich,** schwach ersatzbedürftig in Phosphorsäure;
„	„	kalter	„	Ca + MgO	1,5—3,0 „	
„	„	„	„	P_2O_5	0,15—0,25 „	
„	„	„	„	K_2O	0,15—0,2 „	
„	„	heisser	„	K_2O	0,4—0,5 „	
				N	0,1—0,2 %	**gut,** ersatzbedürftig in Phosphorsäure;
„	„	kalter	„	CaO + MgO	0,5—1,5 „	
„	„	„	„	P_2O_5	0,1—0,15 „	
„	„	„	„	K_2O	0,1—0,15 „	
„	„	heisser	„	K_2O	0,2—0,4 „	
				N	0,06—0,1 %	**mässig,** ersatzbedürftig in Phosphorsäure und Kali;
„	„	kalter	„	CaO + MgO	0,25—0,5 „	
„	„	„	„	P_2O_5	0,07—0,1 „	
„	„	„	„	K_2O	0,06—0,1 „	
„	„	heisser	„	K_2O	0,12—0,2 „	
				N	0,03—0,06 %	**arm,** bedürftig der Stoffanreicherung;
„	„	kalter	„	CaO + MgO	0,1—0,25 „	
„	„	„	„	P_2O_5	0,04—0,07 „	
„	„	„	„	K_2O	0,03—0,06 „	
„	„	heisser	„	K_2O	0,08—0,12 „	

*) In Rücksicht auf anspruchsvolle Kulturpflanzen.

				N	0,02—0,03 %	**sehr arm**, sehr der Stoffanreicherung oder zeitweiser Ruhe bedürftig;
löslich	in	kalter	Salzsäure	CaO + MgO	0,05—0,10 „	
„	„	„	„	P_2O_5	0,02—0,04 „	
„	„	„	„	K_2O	0,02—0,03 „	
„	„	heisser	„	K_2O	0,05—0,08 „	
				N	< 0,02	**nur beschränkt ackerbaufähig,** Dreesch- und Weide-bedürftig.
„	„	kalter	„	CaO + MgO	< 0,05	
„	„	„	„	P_2O_5	< 0,02	
„	„	„	„	K_2O	< 0,02	
„	„	heisser	„	K_2O	0,05	

Mit dem Humusgehalt des Bodens hat es bekanntlich eine andere Bewandniss, als mit den Pflanzennährstoffen. Er ist keineswegs eine absolute Bedingniss der Kultur. So sind z. B. mehrere der fruchtbarsten Böden des Nilthales ausgesprochen humusarm und ebenso viele der fruchtbarsten Bewässerungsgebiete im Westen Nordamerikas. Man kann daher — auch in unserer Breitenlage — nicht ohne Weiteres einen Boden nach seinem Gehalt an Humus klassificiren. Dennoch möchte ich nicht ermangeln im Anschluss an die Nährstoff-Skala eine **Humus-Skala** vorzuführen, welche diese Betrachtungen vervollständigt:

Wenn die lufttrockne Feinerde (< 2 mm) enthält,	**ist der Boden zu bezeichnen als:**
0—2 % Humus	humusarm bis schwach humushaltig,
2—3 „ „	mässig im Humusgehalt,
3—5 „ „	gut humushaltig,
5—8 „ „	humos,
8—10 % „	sehr humos,
10—15 „ „	humusreich,
15—20 „ „	sehr humusreich bis anmoorig,
> 20 „ „	moorig, torfig.

Die obigen Erörterungen dürften zur Genüge dargethan haben, dass die Bodenanalyse für die Düngerpraxis die grösste Beachtung beansprucht. Mag sie auch vielfach durch Düngungsversuche ersetzt oder auch richtiger beleuchtet werden können, so ist doch ihre Anwendung niemals ohne Belehrung für den praktischen Landwirth.

Anders dagegen verhält es sich — wie wir früher sahen — mit ihrer Bedeutung für die **Bonitirung.** Hier liegt in der That der Kernpunkt anderswo als im Nährstoffkapital des Bodens, das jederzeit zu verbessern ist. Er liegt in jenen Faktoren, die, von der Natur gegeben, in der Mehrzahl der Fälle so genommen und genutzt werden müssen, wie sie die Natur bietet, ohne wesentlich — in der Hauptsache nur durch intensive Kultur — verbessert werden zu können.

Diese Faktoren sind im gemässigten Klima und für die ackerwirthschaftlichen Verhältnisse desselben:

1. die natürliche Tiefgründigkeit des Bodens;
2. die mechanische Zusammensetzung des Bodens als Pflanzenträgers;
3. die Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens, d. h.:

a) seine klimatische Disposition, Regen und Thau zu erhalten,
b) seine physikalische Disposition, eine genügende, aber nicht überreiche Menge Feuchtigkeit aufzuspeichern und nach und nach den Pflanzen zu übermitteln (Wasserkapacität),
c) seine geologische Disposition, Bodenfeuchtigkeit im Untergrunde festzuhalten oder zu führen,
d) seine physikalische Disposition, die Feuchtigkeit des Untergrundes nach oben zu befördern (Wasserkapillarität).

Diese einzelnen Faktoren näher zu erforschen, ist an sich nicht allzu schwierig, wenngleich auch die dazu bereits vorhandenen Methoden der Untersuchung noch der Verbesserung bedürftig erscheinen. Schwierig ist jedoch festzustellen, welchen Antheil in einem jeden einzelnen Falle der eine oder andere Faktor an der vorliegenden Bonität hat und dazu allgemeine Regeln aufzustellen, nach denen eine Bonitirung sicher und einfach auszuführen ist.

Die alten Räume des Versuchsfeld-Laboratoriums in Poppelsdorf gestatteten es uns nicht, irgendwelche Forschungen in der oben gekennzeichneten Weise anzustellen. Beim Neubau des Institutes für Bodenlehre und Pflanzenbau ist indessen hierauf ganz besondere Rücksicht genommen, sodass nunmehr in bequemer und übersichtlicher Weise systematische Arbeiten über die mechanischen und physikalischen Eigenschaften des Bodens mit verbesserten und vereinfachten Methoden in Angriff genommen werden können. Ein besonders dafür eingerichteter grosser Arbeitsraum steht für diese Untersuchungen nunmehr zur Verfügung. Sie sollen demnächst in umfangreicher Weise begonnen werden.

Die bodenchemischen Forschungen haben mit dieser Arbeit einen vorläufigen Abschluss gefunden.

Bonn, den 18. Februar 1901.

ANHANG.

Verzeichniss

der

Aufsätze und Broschüren,

welche vom Verfasser während seiner bisherigen Thätigkeit an der Landwirthschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf, seit Uebernahme des Versuchsfeldes am 1. Oktober 1894 bis zur Eröffnung des neuen Institutes für Bodenlehre und Pflanzenbau im Frühjahr 1901, herausgegeben sind.

Die mit * gekennzeichneten Arbeiten sind als Broschüren erschienen.

1894/5.

1. „Ueber Laterit und Rotherde".
   in: Journal für Landwirthschaft, 42. Jahrgang, Heft VI, S. 385—389. Verlag Paul Parey, Berlin.
2. „Die Lage unserer Pflanzenzüchtung".
   in: Deutsche landwirthschaftliche Presse, 1895, Nr. 10. Verlag Paul Parey, Berlin.
3. „Die agrarischen Aufgaben der Gegenwart".
   in: Der Landwirth, 1895, Nr. 14 und 15. Verlag von W. Korn, Breslau.
4. „Die landwirthschaftliche Wetterwarte auf dem akademischen Versuchsfelde zu Poppelsdorf".
   in: Zeitschrift des landwirthschaftlichen Vereins für Rheinpreussen, 1895, Nr. 9. Druck bei Carl Georgi, Bonn.
5.* „Wie zieht man hochfeine Braugerste?". Broschüre;
   zugleich in: Illustrirte landwirthschaftliche Zeitung, 15. Jahrgang, 1895, Nr. 18—21. Verlag von F. Telge, Schöneberg-Berlin.
6. „Die Bakterien im Boden und Stallmist und der Streit Kühn gegen Wagner".
   in: Der Landwirth, 1895, Nr. 25—27. Verlag von W. Korn, Breslau.
7. „Neue Forschungsmethoden der Pflanzenzüchtung".
   in: Illustrirte landwirthschaftliche Zeitung, 15. Jahrgang, 1895, Nr. 57. Verlag von F. Telge, Schöneberg-Berlin.
8. „Die Bedeutung der organischen Düngung und der Strohverkauf".
   in: Der Landwirth, Nr. 69 und 70. Verlag von W. Korn, Breslau.
9. „Abschätzungsvorschriften einiger deutscher Staaten".
   in: Festschrift zu Julius Kühns siebzigstem Geburtstag, 1895. Verlag von Paul Parey, Berlin.

1896.

10.* Gutachten in der Klage des Verbandes Bersenbrücker Wiesen
und der Hofbesitzer Grosse-Warnefeld in Talge, Brundert in Lechterke und Wulfert-Meyer in Rieste gegen den Georgs-Marien Bergwerks- und Hüttenverein in Osnabrück, sowie ein Gegengutachten in derselben Klage. (Bearbeitet 1894, 1895 und 1896.) Druck von Jos. Bach Ww. Bonn.

11. „Ueber Böden aus Kamerun, Senegambien und Deutsch-Ostafrika und eine verbesserte Methode der Bodenanalyse".
in: Journal für Landwirthschaft, 44. Jahrgang, Seite 211—234. Verlag von Paul Parey, Berlin.

12.* „Der Plantagenbau in Kamerun und seine Zukunft".
Broschüre mit 12 Abbildungen, 2 Karten und 2 Plänen. Verlag von F. Telge, Schöneberg-Berlin.

13. „Kamerun und seine wirthschaftliche Bedeutung".
in: Aus allen Welttheilen, Deutsch-nationale Zeitschrift für Länder- und Völkerkunde. 28. Jahrg., Heft 6. Verlag von H. Paetel, Berlin.

14.* "Kamerun-Album"
von 67 selbstaufgenommenen Photographien. Verlag von Fr. Cohen, Bonn.

Als Mittheilungen aus dem Versuchsfelde der Landwirthschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf erschienen:

15.* Nr. 1. „Die Einwirkung salzhaltiger Wässer auf die Kulturpflanzen".
gleichzeitig in: Der Landwirth, 1895, Nr. 81. Verlag von W. Korn, Breslau.

16.* „ 2. „Anbauversuche des akademischen Versuchsfeldes mit Sommergerste, Sommerweizen und Hafer".
gleichzeitig in: Der Landwirth, 1895, Nr. 103, 1896, Nr. 1. Verlag von W. Korn, Breslau.

17.* „ 3. „Anbauversuche des akademischen Versuchsfeldes mit Futterrüben".
gleichzeitig in: Der Landwirth 1896, Nr. 6. Verlag von W. Korn, Breslau.

18.* „ 4. „Die chemische Untersuchung des Bodens und ihre Bedeutung für die Bonitirung des Ackers".
gleichzeitig in: Der Landwirth 1896, Nr. 75. Verlag von W. Korn, Breslau.

19.* „ 5. „Die landwirthschaftliche Wetterwarte des akademischen Versuchsfeldes und die meteorologischen Stationen der Städte."
gleichzeitig in: Illustrirte landwirthschaftliche Zeitung, 16. Jahrgang, 1896, Nr. 76. Verlag von F. Telge, Schöneberg-Berlin.

20.* „ 6. „Wie schützt der Landwirth seine Fluren gegen Trockniss?".
gleichzeitig in: Der Landwirt, 1896, Nr. 83 und 84. Verlag von W. Korn, Breslau.

21.* „ 7. „Die Witterung im unteren Rheinthale 1895 und 1896".
gleichzeitig in: Illustrirte landwirthschaftliche Zeitung, 16. Jahrgang, 1896, Nr. 92. Verlag von F. Telge, Schöneberg-Berlin.

1897.

Als Mittheilungen aus dem Versuchsfelde der Landwirthschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf erschienen:

22.* Nr. 8. „Anbauversuche des akademischen Versuchsfeldes mit Futterrüben".
gleichzeitig in: Illustrirte landwirthschaftliche Zeitung, 17. Jahrgang, 1897, Nr. 9 und 10. Verlag von F. Telge, Schöneberg-Berlin.

23.* „ 9. „Die Bedeutung der chemischen Bodenanalyse für die Anlage von Pflanzungen und die Kamerun-Böden".
Druck von Jos. Bach Ww., Bonn, 1897; gleichzeitig in: Zeitschrift für tropische Landwirthschaft, der Tropenpflanzer, Band I, Heft 3. Verlag des Kolonial-Wirthschaftlichen Komitees, Berlin, Unter den Linden 40.

24.* „ 10. „Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung deutsch-ostafrikanischer Böden".
Druck von Jos. Bach Ww., Bonn, 1897; gleichzeitig in: Zeitschrift für tropische Landwirthschaft, der Tropenpflanzer, Band I, Heft 6. Verlag des Kolonial-Wirthschaftlichen Komitees, Berlin, Unter den Linden 40.

25*. „ 11. „Die deutsche Landwirthschaft und unsere Kolonien".
gleichzeitig in: Illustrirte Landwirthschaftliche Zeitung, 17. Jahrgang, 1897, Nr. 12. Verlag von F. Telge, Schöneberg-Berlin.

26.* „ 12. „Ueber Kartoffelzüchtung".
gleichzeitig in: Illustrirte Landwirthschaftliche Zeitung, 17. Jahrgang, 1897, Nr. 34 u. 36. Verlag von F. Telge, Schöneberg-Berlin.

27.* „ 13. „Ueber den Anbau von Wintergerste".
gleichzeitig in: Illustrirte Landwirthschaftliche Zeitung, 17. Jahrgang, 1897, Nr. 84, 85 und 86. Verlag von F. Telge, Schöneberg-Berlin.

28.* „ 14. „Ueber Sommergersten-Sorten".
zugleich in: Zeitschrift des landwirthschaftlichen Vereins für Rheinpreussen, 14. Jahrgang 1897, Nr. 45 und 46.

29.* „ 15. „Anbauversuche mit Futterrüben".
gleichzeitig in: Illustrirte Landwirthschaftliche Zeitung, 17. Jahrgang 1897, Nr. 101 u. 102, Verlag von F. Telge, Schöneberg-Berlin.

30. „Der Kakaobau am Kamerungebirge".
in: Zeitschrift für tropische Landwirthschaft, der Tropenpflanzer, Heft 1 und 2. Verlag des Kolonial-Wirthschaftlichen Komitees, Berlin, Unter den Linden 40.

31. „Die Kolonial-Abtheilung auf der landwirthschaftlichen Ausstellung in Hamburg".
in: Illustrirte landwirthschaftliche Zeitung, 17. Jahrgang, 1897, Nr. 68. Verlag von F. Telge, Schöneberg-Berlin.

32.* „Die Ziele und Erfolge der deutschen Kolonialpolitik und die Bestrebungen der Deutschen Kolonial-Gesellschaft".
Broschüre, Verlag von Fr. Cohen, Bonn 1897.

33. „Kamerun",
in dem Prachtwerk: „Deutschland und seine Kolonien". Verlag von Dietrich Reimer, Berlin, 1897.

34.* Band I, 1897, „Der Tropenpflanzer",
Zeitschrift für tropische Landwirthschaft, herausgegeben von O. Warburg und F. Wohltmann. Verlag des Kolonial-Wirthschaftlichen Komitees, Berlin, Unter den Linden 40.

1898.

Als Mittheilungen aus dem Versuchsfelde der landwirthschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf erschienen:

35.* Nr. 16. „Ein Versuch über das specifische Düngungsbedürfniss unserer Kulturpflanzen".
gleichzeitig in: Fühling's landwirthschaftliche Zeitung, Jahrgang 1898, Heft 13, S. 499—503.

36.* „ 17. „Anbauversuch mit deutschen, englischen und französischen Futterrüben im Versuchsfelde der landwirthschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf im Jahre 1898 (mit 18 Abbildungen)".
Broschüre, Verlag von F. Telge, Schöneberg-Berlin.

37. „Die Anbau-Versuche mit deutschen Futterrüben-Sorten auf dem Versuchsfelde der landwirthschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf 1895, 1896, 1897".
in: Wiener landwirthschaftliche Zeitung, 48. Jahrgang, 1898, Nr. 86. Verlag von H. H. Hitschmann, Wien.

38. „Holznutzung und Waldschutz in unseren Kolonien".
in: Zeitschrift für tropische Landwirthschaft, der Tropenpflanzer, 2. Jahrgang, 1898, Heft 1. Verlag des Kolonial-Wirthschaftlichen Komitees, Berlin, Unter den Linden 40.

39. „Zur Methode des Kaffeepflanzens in Deutsch-Ostafrika".
ebendaselbst, Heft 6.

40. „Der Hanfbau in Deutsch-Ostafrika".
ebendaselbst, Heft 7.

41.* „Deutsch Ostafrika. Bericht über die Ergebnisse seiner Reise, ausgeführt im Auftrage der Kolonial-Abtheilung des Auswärtigen Amtes, Winter 1897/98".
Broschüre mit 46 Bildertafeln und 6 in den Text gedruckten Abbildungen. Verlag von F. Telge. Schöneberg-Berlin.

42.* Band II, 1898, „Der Tropenpflanzer",
Zeitschrift für tropische Landwirthschaft, herausgegeben von O. Warburg und F. Wohltmann; Verlag des Kolonial-Wirthschaftlichen Komitees. Berlin, Unter den Linden 40.

1899.

Als Mittheilungen aus dem Versuchsfelde der Landwirthschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf erschienen:

43.* Nr. 18. „Welche Bedeutung hat die chemische Boden-Untersuchung für die Ackerbonitirung?"
gleichzeitig in: Illustrirte landwirthschaftliche Zeitung, Jahrgang 19, Nr. 84 u. 85. Verlag von F. Telge, Schöneberg-Berlin.

44.* „ 19. „Anbauversuche mit deutschen, englischen und französischen Futterrüben im Jahre 1899".
gleichzeitig in: Zeitschrift des landwirthschaftlichen Vereins für Rheinpreussen, Jahrgang 17, Nr. 14. Druck von Carl Georgi, Bonn

45. „Ueber den Kulturwerth Deutsch-Ostafrikas".
in: Zeitschrift für tropische Landwirthschaft, der Tropenpflanzer, 3. Jahrgang, 1899, Heft 2. Verlag des Kolonial-Wirthschaftlichen Komitees, Berlin, Unter den Linden 40.

46. „Böden aus Deutsch-Südwestafrika“.
ebendaselbst, Heft 3.

47. „Die Boden- und Klima-Ansprüche des Kolabaumes“.
ebendaselbst, Heft 11.

48. „Die landwirthschaftliche Zukunft unserer Kolonie Kamerun“.
in: Deutsche Kolonialzeitung 1899, Nr. 34. Verlag der deutschen Kolonialgesellschaft, Berlin W.

49.* Band III, 1899, „Der Tropenpflanzer“,
Zeitschrift für tropische Landwirthschaft, herausgegeben von O. Warburg und F. Wohltmann; Verlag des Kolonial-Wirthschaftlichen Komitees, Berlin, Unter den Linden 40.

1900 und bis 1. April 1901.

50.* „Bericht über seine Togo-Reise, ausgeführt im Auftrage der Kolonial-Abtheilung des Auswärtigen Amtes im Dezember 1899“.
Broschüre mit 1 Karte und 20 Abbildungen. Verlag des Kolonial-Wirthschaftlichen Komitees, Berlin, Unter den Linden 40.

51. Band IV, 1900, „Der Tropenpflanzer“,
Zeitschrift für tropische Landwirthschaft, herausgegeben von O. Warburg und F. Wohltmann; Verlag des Kolonial-Wirthschaftlichen Komitees, Berlin, Unter den Linden 40.

Als Mittheilung aus dem Versuchsfelde der Landwirthschaftlichen Akademie Bonn-Poppelsdorf erschien:

52.* Nr. 20 „Anbauversuche mit deutschen, englischen und französischen Futterrüben im Jahre 1899 und 1900“.
gleichzeitig in: Illustrirte landwirthschaftliche Zeitung, 21. Jahrgang, 1901, Nr. 14 und 15. Verlag von F. Telge, Schöneberg-Berlin.

Als Berichte*) des Institutes für Bodenlehre und Pflanzenbau erschienen:

*) Dieselben treten nunmehr an die Stelle der oben genannten „Mittheilungen“, welche mit Nr. 20 ihren Abschluss gefunden.

53.* Nr. I. „Das Nährstoff-Kapital westdeutscher Böden mit besonderer Berücksichtigung ihrer geologischen Natur, ihrer Kataster-Bonität und ihres Düngebedürfnisses“.
Gedenkschrift zur Einweihung des neuen Institutes für Bodenlehre und Pflanzenbau. Verlag von Carl Georgi, Bonn, 1901.

54.* „ II. „Die Aufgaben der landwirthschaftlichen Wetterwarten und das Klima des Poppelsdorfer Versuchsfeldes auf Grund 5jähriger meteorologischer Beobachtungen“.
Broschüre mit Tabellen und Abbildungen. Verlag von F. Telge, Schöneberg-Berlin 1901.